

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Kvalita masa perliček z různých systémů ustájení

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Matěj Blecha

Program: Kvalita potravin a zpracování zemědělských produktů

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Kvalita masa perliček z různých systémů ustájení" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Lukášovi Zitovi, Ph.D. a konzultantovi závěrečné práce Ing. Ondřejovi Kruntovi za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a ochotu při zpracování této diplomové práce. Rád bych také poděkoval své rodině a všem přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili, a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit.

Kvalita masa perliček z různých systémů ustájení

Souhrn

Perliččí maso je vhodnou alternativou ke kuřecímu a je považováno za velmi libové s nízkým zastoupením tuku. Avšak kvalita masa může být ovlivněna několika faktory. Mezi vnitřní faktory patří hlavně pohlaví, genotyp a věk zvířete. Mezi vnější faktory se může zařadit například výživa zvířat, stres vyvolaný před porážkou, biochemické změny, vady a mikrobiální kontaminaci masa, a především systémy ustájení, na které byla v experimentální části této diplomové práce zaměřena pozornost. Cílem praktické části bylo posoudit vliv různých systémů ustájení na kvalitu masa perliček. Hypotézou bylo, že zvířata ustájená s možností výběhu budou vykazovat vyšší kvalitu masa v porovnání se zvířaty ustájených bez výběhu. Jednalo se o tři skupiny ptáků po 20 kusech, které byly ustájeny buď v klecích, na podestýlce nebo ve výběhu. Perličky byly poráženy ve věku 14 týdnů a poté byly vyhodnoceny vybrané parametry jatečné hodnoty, dále chemické a fyzikální parametry prsní a stehenní svaloviny. Mezi parametry jatečné hodnoty patřila porážková hmotnost zvířat, hmotnost jatečně opracovaného trupu bez drobů za tepla, hmotnost jatečně opracovaného trupu bez drobů za studena (JOTs), ztráta odkapem, jatečná výtěžnost, podíl prsou, stehen a křídel s kůží z JOTs, podíl tuku z JOTs a podíl svaloviny stehen ze stehen. Ve všech těchto parametrech, až na podíl svaloviny stehen ze stehen, byly zaznamenány signifikantní rozdíly na základě systému ustájení. Statisticky nejvyšší průměrná porážková hmotnost byla 1978 g u perliček ustájených na podestýlce. Ptáci z výběhu měly průměrnou porážkovou hmotnost statisticky nižší (o 97 g), stejně jako ptáci z klecí (o 196 g). I když u perliček z klecového chovu byla porážková hmotnost nejnižší, tak tato zvířata měla nejvyšší jatečnou výtěžnost, a to 78,4 %. Další zásadní statistické rozdíly byly u podílů prsou a stehen s kůží z JOTs. Nejvyšší podíl prsou byl u perliček z výběhu, a to 26,3 %. U těchto ptáků byl zároveň naměřen nejvyšší podíl stehen (31,5 %). Mezi vybrané chemické parametry prsní a stehenní svaloviny perliček patřil obsah vody, sušiny, dusíkatých látek, tuku a popelovin. Prsní a stehenní svalovina u zvířat z podestýlky a výběhu obsahovala nejvyšší obsah dusíkatých látek, zatímco významně nejnižší podíl byl naměřen v prsní svalovině perliček z klecového chovu. Mezi vybrané fyzikální parametry prsní a stehenní svaloviny patřila barva (světlost, červenost a žlutost), pH a elektrická vodivost. Významně vyšší hodnoty pH prsní i stehenní svaloviny byly zaznamenány u perliček z klecového chovu než u zvířat chovaných na podestýlce a ve výběhu. Z výsledků lze říci, že maso nejvyšší kvality s ohledem na chemické složení bylo od zvířat z výběhu. Hypotéza byla na základě výsledkové části diplomové práce potvrzena.

Klíčová slova: fyzikální parametry; chemické parametry; jatečně opracovaný trup; podestýlka; výběh

Meat quality of guineafowls from different housing systems

Summary

Guinea fowl's meat is a suitable alternative to chicken. Guinea fowl's meat is also considered very lean with a low fat content. However, the quality of the meat can be affected by several factors. Internal factors include mainly the sex, genotype, and age of the animal. External factors include animal nutrition, stress induced before slaughter, biochemical changes, defects and microbial contamination of the meat, and above all housing systems, which have been the focus of the experimental part of this thesis. The practical part aimed to assess the effect of different housing systems on the meat quality of guinea fowl. It was hypothesized that animals housed with the option of a run would have higher meat quality compared to animals housed without a run. Three groups of guinea fowl of 20 birds each were housed either in cages, on bedding, or in a free range. Guinea fowls were slaughtered at 14 weeks of age. Then there were evaluated selected parameters of carcass value, then chemical and physical parameters of breast and thigh muscles. Carcass value parameters included slaughter weight of guinea fowl, hot dressing percentage without offals, cold dressing percentage without offals, drip loss, carcass yield, breast yield, thigh yield, wing yield, abdominal fat, and yield of thigh muscle from thighs. Significant differences were observed in all these parameters, except for the yield of thigh muscle from thighs. Statistically, the highest average slaughter weight was 1978 g for guinea fowl housed on bedding. Birds from the free range had a lower average slaughter weight (by 97 g), as did birds from cages (by 196 g). Although the cage-reared guinea fowl had the lowest slaughter weight, these animals had the highest carcass yield of 78.4 %. Other significant statistical differences were measured in breast yield and thigh yield. The highest breast yield was measured for the guinea fowl from the free range 26.30 %. The highest thigh yield was also measured in these birds (31.5 %). The selected chemical parameters of the breast and thigh muscle of guinea fowl included dry matter, protein, fat, and ash content. Breast and thigh muscles of animals housed on bedding and in a free range contained the highest amount of protein. The significantly lowest amount of protein was measured in the breast muscle of cage-reared guinea fowl. Selected physical parameters of breast and thigh muscle included colour (lightness, redness, and yellowness), pH, and electrical conductivity. Significantly higher pH values of both breast and thigh muscles were recorded in cage-reared guinea fowl than in litter-reared and free-range-reared animals. From the results, it can be said that the highest quality meat with respect to chemical composition was from animals housed with the option of a run. The hypothesis was confirmed based on the results part of the thesis.

Keywords: physical parameters; chemical parameters; carcass; bedding; free range

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Charakteristika perliček.....	10
3.2 Historie chovu.....	10
3.3 Produkce masa a vajec.....	11
3.4 Faktory ovlivňující kvalitu masa.....	11
3.4.1 Vnitřní faktory.....	12
3.4.1.1 Pohlaví.....	12
3.4.1.2 Věk.....	12
3.4.1.3 Genotyp.....	12
3.4.2 Vnější faktory.....	14
3.4.2.1 Welfare.....	14
3.4.2.2 Systémy ustájení.....	15
3.4.2.3 Výživa.....	16
3.4.2.4 Tepelný stres.....	18
3.4.2.5 Stres vyvolaný před porážkou.....	18
3.4.2.6 Biochemické změny masa.....	20
3.4.2.7 Vady masa.....	21
3.4.2.8 Mikrobiální kontaminace.....	23
3.5 Chemické parametry kvality masa.....	24
3.5.1 Bílkoviny.....	24
3.5.1.1 Oxidace bílkovin.....	25
3.5.2 Tuky a mastné kyseliny.....	26
3.5.2.1 Oxidace lipidů.....	27
3.5.2.2 Antioxidanty.....	28
3.5.3 Minerální látky.....	28
3.5.4 Vitaminy.....	29
3.6 Fyzikální parametry kvality masa.....	29
3.6.1 Barva.....	30
3.6.2 Vaznost.....	31
3.6.3 pH.....	31
3.6.4 Textura a křehkost.....	32
3.6.5 Chuť a vůně.....	32

4	Metodika	34
4.1	Design sledování a podmínky prostředí	34
4.2	Laboratorní analýzy	34
4.3	Statistické hodnocení	35
5	Výsledky	36
5.1	Vliv systému ustájení na vybrané parametry jatečné hodnoty	36
5.2	Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry prsou a stehen	37
5.3	Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry prsou a stehen	38
6	Diskuse	40
6.1	Vliv systému ustájení na vybrané parametry jatečné hodnoty	40
6.2	Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry prsou a stehen	41
6.3	Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry prsou a stehen	42
7	Závěr	44
8	Literatura.....	45

1 Úvod

Chov drůbeže si získává celosvětového uznání jako nejrychleji se rozvíjící zemědělský subsektor, zejména v rozvojových zemích. Světová produkce drůbežího masa v roce 2019 byla odhadnuta na 133,6 milionů tun s tempem zvyšování 2,4 % pro rok 2020 (Shoyombo et al. 2021). Spotřeba drůbežího masa se celosvětově postupně zvyšuje z mnoha důvodů. A to je relativně nízká cena, popularizace intenzivních výrobních systémů, ale také nedostatek kulturních a náboženských omezení konzumace drůbežího masa (Bernacki et al. 2012).

Z hlediska výživy je drůbeží maso cenným zdrojem bílkovin, tuku, vitaminů a minerálních látek. V tomto ohledu je chemické složení svalové tkáně důležitým prvkem kvality masa. Výše uvedené kvalitativní vlastnosti závisí na řadě faktorů. Mezi biologickými faktory vyniká genotyp, pohlaví a věk. Mezi řadou negenetických faktorů, které podstatně ovlivňují některé znaky kvality masa, hraje důležitou roli výživa drůbeže. Složení a spotřeba krmiva může ve vyšší či menší míře ovlivnit chemické složení svalové tkáně. Velký význam pro kvalitu masa mají také systémy ustájení. Systémy chovu drůbeže nabývá na významu spolu se skutečností, že moderní trh s drůbežím masem ovládaný výhradně cenovou konkurenceschopností prochází radikální transformací na trh, kterému stejně dominuje jak cenová, tak kvalitativní konkurenceschopnost (Bogosavljevic-Boskovic et al. 2010b).

Mezi druhy chovanými ve venkovských systémech produkce drůbeže má významné místo perlička (*Numida meleagris*) (Soara et al. 2020). Perličky jsou chovány převážně pro produkci masa a vajec a pro hobby účely (Yamak et al. 2016). Perliččí maso a vejce jsou výbornou volbou, jak gastronomicky, tak dieteticky, s vysokým obsahem bílkovin a nízkým obsahem tuku. Kvůli vysoké poptávce na trhu je cena perliček výrazně vyšší než cena kuřat. Proto je produkce perliček důležitým zdrojem příjmů ve venkovských oblastech. Perličky jsou také dobře přizpůsobeny tradičním produkčním systémům a jako takové zaujímají důležité postavení mezi venkovskými farmářskými domácnostmi. Tento druh nesmírně přispívá venkovským domácnostem, protože generuje příjem z prodeje vajec a masa, a tím zlepšuje podmínky potravinové soběstačnosti a následně snižuje chudobu ve venkovských domácnostech. Kromě vytváření příjmů a nutričních výhod plní perličky sociální a kulturní role v mnoha afrických společnostech (Soara et al. 2020; Orounladji et al. 2022). Vzhledem k jejich vysoké adaptabilitě na různé podmínky prostředí jsou perličky chovány po celém světě (Kokoszynski et al. 2011).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézou bylo, že perličky ustájené s možností výběhu budou vykazovat vyšší kvalitu masa v porovnání s perličkami ustájenými na podestýlce a v klecovém systému.

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv různých systémů ustájení na kvalitu masa perliček.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika perliček

Perlička kropenatá patří do řádu hrabaví (*Galliformes*) (Shoyombo et al. 2021). Tato zvířata jsou charakterizována svými krátkými a zaoblenými křídly (umožňují dolet několik set metrů), krátkými zobáky a relativně štíhlými běháky se čtyřmi prsty se silnými drápy a palcem přilehlým k zemi. Perlička patří do čeledi perličkovití (*Numididae*), která zahrnuje čtyři rody: *Agelastes*, *Acryllium*, *Guttera* a *Numida*. Perlička má vejčité až vřetenovité tělo, které se zužuje k přední části s dlouhým krkem (cca 13 cm) převýšeným malou hlavou. Na zadní části těla je ocas, jehož ocasní pera se téměř dotýkají země. Hlava je charakterizována třemi přívěsky: zobák, pár červených laloků a přílba. Na hlavě jsou také moučně bílé ušnice, které se za denního světla stávají šedomodré. U dospělců se vyskytuje šedomodré opeření s mnoha pravidelně kulatými bílými skvrnami, tedy perlením. V dospělosti mají hmotnost kolem 2 kg. Pohlavní dimorfismus je nepatrný. Samec od samice se ve vzhledu liší jen velmi málo. Nejlépe je možné je rozlišit podle jejich charakteristických volání zhruba od osmi týdnů věku, případně podle velikosti laloků a přílby (Soara et al. 2020).

Perličky se dokážou přizpůsobit klimatickým podmínkám, mají schopnost vyhýbat se predátorům nebo se před nimi chránit a jsou dobrými sháněči krmiva, protože přijímají širokou škálu flóry a fauny ve svém přirozeném prostředí ve srovnání s jinými domestikovanými ptačími druhy. Toho je využíváno ve venkovských oblastech Afriky, kde je perlička pro tyto své přednosti ceněna a chována. Tito ptáci jsou také odolnější vůči běžným chorobám drůbeže, což je důležité pro polointenzivní chovy (Musundire et al. 2017; Yamak et al. 2018; Shoyombo et al. 2021).

3.2 Historie chovu

Domestikovaná forma perličky pochází z divoké perličky, která stále obývá stepní oblasti Jižní Afriky a Madagaskaru (Kokoszynski et al. 2011). K domestikaci tohoto druhu došlo asi 2000 let před naším letopočtem v Mali a Súdánu, kde byly nalezeny archeozoologické a umělecké důkazy počátků jejich domestikace (Vignal et al. 2019; Shoyombo et al. 2021). Perlička byla široce rozšířena ve středomoří, ale po pádu Římské říše prakticky vymizela. V Evropě se začala znovu chovat v 16. století, jelikož byla dovezena ze západní Afriky Portugalci (Vignal et al. 2019; Soara et al. 2020).

Perličky kropenaté jsou stále chovány v Africe, kde jde především o vesnickou drůbež, která může tvořit nezanedbatelnou část finančních a potravinových zdrojů. Na zmíněném kontinentu místní domácí populace, volně chované perličky, koexistují s divokými populacemi, což poskytuje příležitosti pro náhodné křížení. Od 60. let 20. století se v některých zemích rozvíjí intenzivnější chovy hospodářských zvířat včetně perliček, zejména s ohledem na diverzifikaci produkce masa (Vignal et al. 2019).

3.3 Produkce masa a vajec

Produkce perliček na maso je v mnoha částech světa rozšířená. Maso perliček, jako alternativa masa kuřete, se ujalo ve Spojených státech, Kanadě a také na evropských trzích, jako je Itálie a Francie (Tufarelli & Laudadio 2015). Francie je předním producentem perliččího masa se 75 % evropské produkce a 66 % světové produkce. V roce 2017 byla francouzská produkce perliččího masa 30 000 tun (Vignal et al. 2019). Stále však přetrvává problém v ziskovosti vyplývající ze zvyšujících se výrobních nákladů, které jsou primárně způsobeny náklady na krmení (Tufarelli & Laudadio 2015). Poptávka po mase perliček se v blízké budoucnosti zvýší (Yamak et al. 2018), jelikož spotřebitelé věnují stále větší pozornost nutriční hodnotě a systému ustájení vykrmovaných zvířat. Tento fenomén se může stát příležitostí ke zvýšení produkce masa perliček a vzniku nových chovů (Yildirim et al. 2020).

Perličky se vyznačují vysokou jatečnou výtěžností kolem 80 % (Kouame et al. 2020), dobrými podíly jatečně cenných partií z jatečně upraveného těla a také uspokojujícími senzoryckými vlastnostmi masa (Batkowska et al. 2021). Maso je považováno za velmi libové, křehké a chutné, ale chutí připomíná spíše bažanta až zvěřinu (Yildirim et al. 2020). Nutriční hodnota masa perliček se odlišuje od jiných druhů drůbeže (Batkowska et al. 2021). Maso perliček na rozdíl od brojlerového obsahuje vyšší procento bílkovin (23 % oproti 21 %) a má nižší zastoupení tuku (4 % oproti 7 %) (Yamak et al. 2016, 2018). Perliččí maso navíc k tomu obsahuje velké množství vitaminů (například vitamin B12) a železa (Sarica et al. 2019). Kvůli všem těmto vlastnostem je perliččí maso oblíbené u spotřebitelů, kteří preferují zdravý životní styl (Yildirim et al. 2020).

Perličky jsou sezónní nosnice (Kouame et al. 2020). Slepice začíná snášet vejce ve věku 28–32 týdnů v závislosti na hybridu, chovu a prostředí. Během sezóny snáška slepice kolísá mezi 50 a 170 vejci. Vejce perliček má výrazný pyriformní tvar, na jednom konci je špičaté a na druhém zaoblené. Průměrná délka vejce je 4,78 cm, zatímco průměr je 3,80 cm. Perliččí vejce jsou však pozoruhodná svou silnou skořápkou a vysokou biologickou hodnotou, pokud jde o bílkoviny, fosfolipidy, esenciální aminokyseliny a vitaminy, tolik potřebné v lidském jídelníčku. Perlička je dobrou alternativou ke slepici, pokud jde o kvalitu vaječných skořápek a mikrobiální bezpečnost vajec (Krun et al. 2021). Vejce se používají jak k přímé konzumaci, tak ke zpracování (Batkowska et al. 2021; Shoyombo et al. 2021).

3.4 Faktory ovlivňující kvalitu masa

V posledních letech je největší výzvou Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Kingdom; FAO) zajišťování potravin, které spočívá v získávání a zaručení zvyšující se produkce potravin nejlepší kvality pro lidskou populaci, která se dynamicky vyvíjí (Tougan et al. 2013). Kvalitu drůbežího masa může ovlivnit několik komplexních faktorů. Tyto faktory mohou být buď vnitřní (například pohlaví, věk při porážce, nebo genotyp) nebo vnější (složení krmné dávky, systém ustájení, management chovu, podmínky prostředí, stres, porážka, biochemické změny masa po porážce a mikrobiální kontaminace). Proto je nezbytný přehled faktorů, které ovlivňují technologickou, senzoryckou

a nutriční kvalitu perliččího masa, aby byly znalosti pro rozvoj výzkumu a pro propagaci tohoto drůbežního masa v budoucnu (Kokoszynski et al. 2011; Tougan et al. 2013).

3.4.1 Vnitřní faktory

3.4.1.1 Pohlaví

Přesná identifikace pohlaví u ptáků je důležitá pro management a ochranu volně žijících ptáků v několika ohledech, zejména při vývoji populačních, behaviorálních a ekologických studií a také při zlepšování *ex situ* chovných programů v péči člověka. To platí zejména u druhů, které jsou monomorfní (obě pohlaví mají stejný vzhled) jako perlička nebo pouze sexuálně dimorfní (pohlavně rozdílné) v dospělosti, a proto je obtížné oddělit pohlaví pomocí vnějších tělesných charakteristik (Shoyombo et al. 2021). Pohlaví má vliv na několik parametrů kvality perliččího masa (Tougan et al. 2013). Samci se ve srovnání se samicemi vyznačují nižší tělesnou hmotností, a tím i nižší hmotností jatečně upraveného těla (JUT), menším procentem zastoupení prsních svalů a břišního tuku z JUT, avšak vyšším podílem svalů stehna (Kokoszynski et al. 2011). Pohlaví také ovlivňuje profil mastných kyselin perliččí svaloviny. Dále pohlaví může ovlivnit vaznost, barvu a pH masa (Tougan et al. 2013).

3.4.1.2 Věk

Složení perliččí svaloviny a technologická kvalita masa se s věkem mění (Tougan et al. 2013). Starší perličky mají významně vyšší průměrnou tělesnou hmotnost a hmotnost JUT než mladší zvířata. S věkem se zvyšuje procento prsních svalů, svalů stehna a kůže s podkožním tukem, avšak snižuje podíl křídel (výrazněji u samců) (Kokoszynski et al. 2011). Důležitý je také obsah glykogenu. Obsah glykogenu v prsních svalech se snižuje s věkem zvířat. Toto snížení v prsním svalu je spojeno se zvětšením průměru svalových vláken. Jak se zvětší průměr vlákna, pokles pH masa se zpomalí a jeho glykolytický potenciál se sníží, zatímco konečné pH prsního svalstva se zvýší. Perličky vykrmované delší dobu mohou mít tedy vyšší pH ve svalstvu, než perličky vykrmované kratší čas. Strukturální změny kolagenu mohou také způsobit snížení křehkosti masa během svalového růstu (Tougan et al. 2013). Prsní svalovina má obvykle tendenci tmavnout a červenat s věkem ptáků kvůli vyššímu obsahu myoglobinu ve svalech (Tougan et al. 2013; Musundire et al. 2017). Věk perličky navíc silně ovlivňuje nutriční kvalitu masa prostřednictvím profilu mastných kyselin ve svalech. Stejně tak je ovlivněn obsah sušiny (Tougan et al. 2013).

3.4.1.3 Genotyp

Kvalita masa je důsledkem komplexních interakcí mezi genotypem zvířete a jeho prostředím, zejména stresem před porážkou (Le Bihan-Duval 2004). Během posledních několika desetiletí přední šlechtitelské společnosti neustále zlepšovaly své šlechtitelské programy prostřednictvím selekce s bezprecedentním zlepšením užitkovosti a vlastností jatečně upravených těl spolu se zvýšenou výtěžností prsního svalstva, aby uspokojily zvyšující

se požadavky na maso a zpracované produkty (Mir et al. 2017). Dosud vyvinuté přístupy, ať už srovnání několika genotypů nebo analýza genetické variability uvnitř populací při selekci, nám umožňují lépe ocenit možnosti selekce na technologickou kvalitu masa i genetické vztahy s rychlostí růstu a tělesnou konstitucí zvířat. Analýzy geneticky různorodých linií získané různými selekčními programy a genetické analýzy rodokmenových populací ukazují, že zlepšení technologické hodnoty masa genetickou cestou je možné (Le Bihan-Duval 2004). Odhady dědičnosti různých parametrů, jako jsou znaky kvality masa (posmrtný pokles pH, světlost, červenost, žlutost nebo ztráty odkapem), naznačují, že genetická selekce je nejlepším nástrojem pro zlepšení kvality masa perliček (Mir et al. 2017). Ačkoliv zlepšení byla možná díky mírně vysoké dědičnosti a příznivým genetickým korelacím mezi těmito užitkovými a fyzikálními vlastnostmi, je pozorován vyšší výskyt spontánních nebo idiopatických myopatií a zvýšená náchylnost k myopatiím vyvolaným stresem, které mohou mít velké důsledky pro kvalitu masa a výskyt abnormálních stavů, jako je bledé, měkké, vodnaté (pale, soft, exsudative; PSE) maso, což naznačuje negativní dopad selekce na znaky kvality masa (Cavani et al. 2009; Mir et al. 2017).

Výběr rychle rostoucích perliček pro výkrm šlechtěných na vysokou jatečnou výtěžnost ovlivňuje kvantitativní i kvalitativní vlastnosti masa, proto mohou existovat rozdíly v kvalitě masa mezi rychle a pomalu rostoucími jedinci. Rychle rostoucí zvířata vybraná pro jejich výtěžnost prsou vykazují pomalou rychlost a amplitudu snížení pH ve srovnání s pomalu rostoucími ptáky. Čím více se zvyšuje živá hmotnost, a tedy i hmotnost prsou, tím více se snižuje glykolytický potenciál prsího svalstva (Tougan et al. 2013). U některých šlechtitelských genotypů přetrvává potřeba určitého stupně restrikce krmiva, zatímco u jiných genotypů není vyžadována žádná restrikce krmiva (Riber et al. 2017). Důležité rozdíly v metabolismu *post mortem* mezi různými genotypy se odrážejí na vaznosti masa v syrovém stavu, ale také na jejich vlastnostech během transformačního procesu. Významná ztráta vody syrového masa vede k rychlejšímu snížení pH. Maso pomalu rostoucích genotypů má tendenci setrvat déle ve stavu *rigor mortis* než maso rychle rostoucích genotypů, a tedy mít delší dobu ztuhnutí s nižším konečným pH, což má za následek nižší vaznost masa (Tougan et al. 2013).

Dopad genetického výběru na kvalitu masa však není stále jasný v důsledku protichůdných závěrů získaných v experimentálních podmínkách a na komerčních farmách (Mir et al. 2017). Zbývá udělat mnoho sledování, aby se optimalizovala účinnost výběru na kvalitu masa. Zejména musí být specifikovány interakce se stresy před porážkou. To zdůrazňuje důležitost genetického faktoru v reaktivitě na stres (Le Bihan-Duval 2004). Identifikace faktorů souvisejících s kvalitou masa a vadami masa způsobené stresem bude mimořádným úspěchem šlechtitelských společností (Mir et al. 2017). Je skutečně důležité předvídat, do jaké míry by mohly být kvalitativní charakteristiky modifikovány selekcí aplikovanou na růst nebo svalový vývoj u drůbeže. Širší rozsah produkčních systémů, a tím i použitých genotypů, vyvolává otázku přizpůsobení různých populací novým požadavkům trhu, včetně vysoké kvality masa (Le Bihan-Duval 2004).

3.4.2 Vnější faktory

3.4.2.1 Welfare

Ve spojení s pokračující selekcí pro zlepšení produkce se projevily negativní následky pohodlí zvířat za účelem získání produkčních cílů. Tyto praktiky však byly silně kritizovány a nyní se zvyšují obavy ohledně ustájení a zacházení s drůbeží, což jsou hlavní problémy v debatě o welfare. Welfare je jednoznačně popisnou charakteristikou života jedince a zabývá se dopady všech jeho aspektů (Fortomaris et al. 2007), mezi které patří systém chovu a podmínky mikroklimatu, výživa, odchyt, manipulace se zvířaty, jejich přeprava, omráčení a porážka (Meluzzi & Sirri 2009). Představa je taková, že dobrý welfare je poskytován, když je jedinec schopen se přizpůsobit nebo se vyrovnat s omezeními ustájení a managementu, ve kterém je chován (Fortomaris et al. 2007).

Drůbež je běžně vykrmována při vysoké hustotě osazení, což způsobuje širokou škálu problémů s welfare (Riber et al. 2018). Vlhkost a teplota podestýlky se zvyšuje s věkem zvířat a se zvyšující se hustotou osazení. To vede k tepelnému nepohodlí zvířat na konci výkrmu. Proto se doporučuje monitorovat chování ptáků než stanovovat údaje o maximální hustotě osazení a dalších faktorech prostředí (Bessei 2006). Jedním z dalších problémů welfare souvisí s nízkou pohybovou aktivitou v kombinaci s vysokou rychlostí raného růstu (Riber et al. 2018). Tato kombinace může způsobit vývojové problémy kostí nohou a chrupavek, které mají za následek deformaci kostí nohou a anomálie v chůzi (Bessei 2006). Jak infekční (např. nekróza stehenní kosti, infekční zakrnění), tak vývojové poruchy (např. deformace kostí, křivice) mohou narušit zdravotní stav drůbeže. Tyto abnormality ohrožují dobré životní podmínky perliček, které nejsou schopny získat potravu i vodu, protože mohou mít vážné problémy s dostupností krmítek a napáječek. V důsledku toho mohou uhynout hladem nebo na dehydrataci (Meluzzi & Sirri 2009). Použití pomalu rostoucích jedinců jako alternativy ke snížení rychlosti růstu je účinné při snižování poruchy končetin a metabolických onemocnění (Bessei 2006). Dalším běžným problémem welfare je kontaktní dermatitida (Riber et al. 2018). Dermatitida dokáže způsobit bolest, která spolu se zhoršeným zdravotním stavem představuje problém pohody. Kromě aspektu dobrých životních podmínek zvířat je dermatitida relevantní pro průmysl drůbežního masa, protože jedinci s vážnými lézemi na nohou mají pomalejší přírůstek hmotnosti v důsledku nechutenství vyvolaného bolestí (Meluzzi & Sirri 2009). V konvenční produkci je zavedeno přísné omezení krmiva, aby se snížil výskyt zdravotních a reprodukčních problémů, které by nastaly, kdyby byli ptáci krmeni *ad libitum*. Paradoxně samotné omezení krmiva je zdrojem několika problémů s welfare pozorovaných u těchto ptáků. Mezi tyto problémy patří například nenaplněné behaviorální potřeby nebo držení zvířete o hladu, což má za následek, že ptáci vykazují známky stresu a neklidu (Riber et al. 2017).

Vývoj v oblasti práv a welfare zvířat přináší důležitou kritiku v intenzivních chovech drůbeže. Proto byly v poslední době zdůrazňovány alternativní systémy ustájení, které berou v úvahu dobré životní podmínky a normální chování zvířat. Jedním z takových alternativních systémů ustájení je systém volného výběhu (Diktas et al. 2015). Poskytnutím stimulanějšího

obohaceného prostředí lze snížit problémy s welfare ve všech typech systémů produkce drůbeže. Obohacená prostředí mohou zlepšit pohodu zvířat tím, že jim umožní vykonávat více z jejich druhově specifického behaviorálního repertoáru (Riber et al. 2018). Newberry (1995) definoval obohacení prostředí jako úpravu prostředí zvířat chovaných v péči člověka, čímž se zvyšují behaviorální možnosti zvířete a dochází ke zlepšení biologické funkce. To znamená, že obohacení prostředí je poskytováno za účelem zvýšení výskytu a rozsahu normálního nebo druhově specifického chování zvířete, zabránění rozvoji abnormálního chování a zvýšení schopnosti zvířete zvládat behaviorální a fyziologické problémy. Je zdůrazněno, že obohacování životního prostředí zvířat musí být biologicky relevantní, aby bylo účinné (Riber et al. 2018). Ačkoli někteří vnímají, že venkovní přístup pro drůbež nabízí lepší kvalitu života, může extenzivní systém vystavovat zvířata riziku predace, klimatických extrémů, endoparazitických zamoření a infekci, což má významné negativní dopady na welfare jak perliček, tak obecně drůbeže a jiných zvířat (Elson 2015).

3.4.2.2 Systémy ustájení

Dalším negenetickým faktorem, který může ovlivnit vlastnosti kvality masa perliček, je především typ systému chovu (El-Deek & El-Sabrouh 2019). Mezi nejrozšířenější systémy chovu drůbeže patří extenzivní, polointenzivní a intenzivní systémy (Bogosavljevic-Boskovic et al. 2012; Shoyombo et al. 2021). V extenzivním systému se ptáci mohou volně pohybovat v okolí relativně bez omezení (Shoyombo et al. 2021). Polointenzivní systém je považován za alternativu chovu k intenzivnímu chovu, která umožňuje volný přístup ptáků na pastviny, avšak jsou částečně ustájeni, zejména na noc (Nazareno et al. 2011; Shoyombo et al. 2021). Drůbež v intenzivním chovu je ustájena v halách a krmena výlučně komerčním krmivem. Tato drůbež podléhá standardním pravidelným zdravotním a vakcinačním programům včetně opatření biologické bezpečnosti. V rámci intenzivního systému jsou ptáci vykrmováni zpravidla na hluboké podestýlce nebo případně v klecích (Shoyombo et al. 2021). Většina drůbežního masa, které se dostává na trh s potravinami, pochází právě z těchto podmínek chovu, kde jsou pod přísnou kontrolou prostředí (fotoperioda, intenzita světla, teplota, relativní vlhkost atd.). V návaznosti na četnou a rostoucí poptávku evropských spotřebitelů, kteří jsou stále citlivější k etickým a kulturním aspektům spotřeby potravin, se však zvyšuje zájem o alternativní chovy a výrobní systémy šetrné ke zvířatům, které mohou zlepšit životní podmínky zvířat a zaručit vyšší kvalitativní standardy týkající se bezpečnosti potravin nebo nutričních a senzorických vlastností masa (Cavani et al. 2009).

Chov perliček v klecích není slučitelný s požadavky na jejich ustájení s ohledem na dobré životní podmínky zvířat. Malá plocha klece a drátěná podlaha by mohly vysvětlovat, proč perličky v klecích vykazují nervózní chování, změněné formy pohybu a sníženou úroveň klidového chování. Přístup do volného výběhu (extenzivního systému) je často považován za prospěšný pro dobré životní podmínky zvířat, protože umožňuje zvířatům více příležitostí vykonávat přirozené chování, poskytuje jim přirozenější prostředí a další prostor pro pohyb ve srovnání s vnitřními systémy. V důsledku toho mohou být kvalitativní vlastnosti živočišného

produktu, zejména ty, které se týkají nutriční hodnoty, pozitivně ovlivněny dostupností benefitů volného výběhu, např. pastvy. Systém volného výběhu vede k příznivějším znakům kvality masa perliček, především v chemickém složení (El-Deek & El-Sabrout 2018).

Zvířata, která vykazují zvýšený pohyb, vykazují vyšší počet mitochondrií ve svalových vláknech, které jsou zodpovědné za přeměnu převládajícího glykolytického energetického metabolismu na oxidativní energetický metabolismus. Naproti tomu snížený pohyb zvyšuje ukládání glykogenu ve svalech, který je využíván pro anaerobní energetický metabolismus (El-Deek & El-Sabrout 2018). Maso získané z perliček chovaných ve venkovních systémech vykazuje zvýšenou červenost, respektive nižší světlost než maso získané z perliček chovaných ve vnitřních systémech. Zvýšení červenosti masa lze vysvětlit tím, že pohybem se zvyšuje oxidační kapacita svaloviny a tím i podíl oxidačních myofibrilů a obsah myoglobinu. Zvýšená aktivita vede k relativně silnějším svalovým vláknům, což ovlivňuje křehkost masa (El-Deek & El-Sabrout 2018).

Ptáci ustájení v alternativních systémech vykazují snížený obsah tuku v jatečně upravených tělech, avšak vyšší hladiny omega-3 a omega-6 mastných kyselin a zvýšené hladiny celkových polynenasycených mastných kyselin, což zvyšuje nutriční hodnotu masa a má zdravotní přínos pro spotřebitele. Navzdory tomu se ale snižuje oxidační stabilita masa (Cavani et al. 2009; Bogosvljevic-Boskovic et al. 2010b). Dále jsou systémy s volným výběhem spojeny s nižším hmotnostním přírůstkem a horší konverzí krmiva ve srovnání s intenzivními systémy ustájení. Venkovní aktivita zvyšuje energetické výdaje zvířat spojené s pohybem, což je v kombinaci se sníženým příjmem krmiva reflektováno v horších parametrech růstu (El-Deek & El-Sabrout 2018). Systémy chovu ve volném výběhu snižují i stres a zároveň zvyšují pohodlí a pohodu ptáků, čímž zlepšují chuť a aroma produktů ve srovnání s konvenčně chovanými ptáky (Bogosvljevic-Boskovic et al. 2010b).

Hustota osazení je jeden z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících produkční parametry drůbeže. Vysoká hustota osazení zlepšuje ekonomickou návratnost produkce, například tím, že takto vykrmovaná drůbež vykazuje vyšší hmotnost JUT a nižší hodnotu konverze v porovnání s nižší hustotou osazení haly (Mir et al. 2017). Drůbež chovaná ve větších skupinách vykazuje méně odpočinku a zvýšenou aktivitu, protože tráví více času pohybem a často se u ní vyskytuje agresivní chování. Agresivní chování je jedním z hlavních problémů spojených s ustájením perliček (drůbeže obecně) ve velkých a hustě osídlených skupinách. Po dosažení pohlavní dospělosti zažívají ptáci zvýšený počet agresivních konfliktů, což má za následek zranění s různou úrovní závažnosti na různých částech těla, a tím může dojít k znehodnocení jatečně upravených těl, případně kanibalismu (El-Deek & El-Sabrout 2018).

3.4.2.3 Výživa

Složení krmné směsi je velmi důležitým faktorem, jenž působí na kvalitu masa. Senzorické vlastnosti masa závisí na konkrétních komponentech použitých v krmivu, jako jsou například vitaminy, olej nebo rybí moučky (Tougan et al. 2013). Účelem nepřímé fortifikace je obohatit složení jatečně upravených těl úpravou krmné dávky zvířat. Naproti tomu přímá fortifikace zahrnuje použití funkčních aditiv při zpracování masa, včetně rostlinných bílkovin,

syrovátky, vlákniny, bylinek, koření, probiotik, prebiotik, minerálních látek a vitamínů (Zdunczyk & Jankowski 2013). Jedním z hlavních omezení rozvoje chovu drůbeže obecně a produkce perliček zvláště, je krmivo. Cena za krmivo může snadno dosáhnout 70–80 % produkčních nákladů (Soara et al. 2020). Cenové rozdíly na trhu s krmivem, zvyšující se náklady na konvenční krmiva, jako je kukuřičný a sójový šrot, v důsledku jejich zvýšené poptávky v průmyslu biopaliv, a zvyšující se poptávka po alternativně chované drůbeži ospravedlňují potřebu méně konvenčních a místně pěstovaných složek krmiva. Sójový šrot je nejrozšířenějším zdrojem bílkovin v krmivu pro drůbež. Nicméně, když se cena sójového šrotu zvýší, odborníci na výživu drůbeže hledají alternativní zdroje bílkovin, které jsou ekonomičtější při sestavování krmných dávek s nejnižšími náklady (Tufarelli & Laudadio 2015). Laudadio et al. (2012) ve své studii použili pro výkrm perliček hrachovou moučku jako náhradu sójového šrotu. Hrách obsahuje vysoké množství energie a bílkovin (23 %) a jeho obsah aminokyselin je podobný obsahu aminokyselin sóji. Jejich výsledky naznačují, že zařazení hrachové moučky do krmiva snížilo v mase perliček koncentraci cholesterolu a pozitivně ovlivnilo poměr nenasycených mastných kyselin ku nasyceným. Navíc nahrazení hrachu za sóju nemělo žádný nepříznivý vliv na růst a výtěžnost JUT. Další levnější alternativou je například bob obecný, který použili Tufarelli & Laudadio (2015) pro výkrm perliček. Bob obecný, stejně jako hrách, obsahuje významné množství bílkovin (27 %) a obsah aminokyselin, který je srovnatelný se sójou. Ve zmíněné studii byl u perliček krmených bobem zjištěno snížení podílu břišního tuku společně s vyšší vazností masa. Svalstvo perliček krmené bobem také vykazovalo nižší koncentraci cholesterolu a celkových lipidů než svalovina perliček, které byly krmené krmivem bez bobu. Krmení perliček směsí s bobem nemělo žádný nepříznivý účinek na růstové schopnosti, obdobně jako u hrachu.

Kvůli zvyšujícím se nákladům se v posledních letech zvyšuje zájem o maximalizaci využití tukových doplňků v krmivu, protože odborníci na výživu se snaží zvýšit energetickou hodnotu krmiva, aby splnili požadavky na produkci i zachovu pro rychle rostoucí vykrmované druhy drůbeže (Ravindran et al. 2016). Tuky jsou pro tento účel preferovanými složkami, protože jejich energetická hodnota je alespoň dvakrát vyšší než u sacharidů a bílkovin. Navíc tuk zpomaluje rychlost průchodu krmiva trávicím traktem, což umožňuje více času na lepší trávení a vstřebávání živin (Ravindran et al. 2016). Některé mastné kyseliny jsou označovány jako esenciální, protože ptáci je nejsou schopni syntetizovat. Mezi esenciální mastné kyseliny patří kyselina linolová, kyselina α -linolenová a kyselina arachidonová a musí být dodávány v krmivu (Grashorn 2007). Nedostatek těchto esenciálních mastných kyselin může mít za následek poruchy růstu a funkce imunitního systému. Mezi příznaky nedostatku kyseliny linolové u drůbeže patří zpomalený růst, zvýšená spotřeba vody a snížená odolnost vůči chorobám (Ravindran et al. 2016). Zahrnutí esenciálních mastných kyselin do krmiv snižuje velmi nízkodenzitní lipoprotein (very low density lipoproteins; VLDL), nízkodenzitní lipoprotein (low density lipoprotein; LDL), triacylglyceroly (TAG) a cholesterol ve výsledném složení masa. To zlepšuje nutriční profil lipidů a maso je více zdraví prospěšné kvůli snížení zmíněných látek. Olejnatá semena, jako jsou lněná nebo dýňová, která jsou bohatá na bílkoviny, jsou hlavními zdroji těchto mastných kyselin rostlinného původu. Minimální doba vykrmování potřebná

k podstatné modifikaci mastných kyselin ve stehenním a prsním svalstvu je jeden až dva týdny. Se zvýšením polynenasycených mastných kyselin v mase se však zvyšuje náchylnost lipidů k oxidaci během skladování a vaření. Oxidace lipidů způsobuje ztrátu nutričních a sensorických hodnot a také tvorbu potenciálně toxických sloučenin (Cavani et al. 2009).

3.4.2.4 Tepelný stres

Tepelný stres negativně ovlivňuje produkci drůbeže, kvalitu jejích produktů, reprodukci a odolnost vůči chorobám (Abo-Al-Ela et al. 2021). Vystavení teplotnímu stresu je zásadním problémem v chovu drůbeže, protože drůbež je neefektivní při regulaci tělesné teploty. V teplejším prostředí je drůbež vystavena vysokému riziku, protože má obecně vysokou tělesnou teplotu a rychlý metabolismus (Leishman et al. 2021). Kromě toho jsou tyto ptáci citlivější na vyšší teploty než jiná monogastrická zvířata kvůli pokrytí peřím a absenci potních žláz (Zaboli et al. 2019). Když teplota prostředí překročí spodní nebo horní hranici termoneutrální zóny, vede to u zvířat ke stresu z tepla nebo chladu (Abo-Al-Ela et al. 2021). Stres z tepla a chladu se také podílí na rozvoji vad kvality masa. Známé jsou vady, kdy je maso PSE nebo tmavé, tuhé a suché (dark, firm, dry; DFD). Zatímco tepelný stres pravděpodobněji způsobí stav podobný PSE, stres z chladu se častěji podílí na rozvoji masa DFD (Leishman et al. 2021). Zvýšený metabolický požadavek na udržení tělesné teploty během chladných podmínek vede k využití svalového glykogenu jako zdroje energie. Vyčerpání svalového glykogenu před porážkou snižuje tvorbu potenciálního laktátu v mase a vede k vyššímu pH svalu. Nakonec to vede k tmavšímu produktu, který není přitažlivý z pohledu spotřebitele, a jako takový může mít za následek ekonomickou ztrátu v důsledku nízkého zájmu o takový produkt (Leishman et al. 2021).

Tepelný stres lze rozdělit na akutní a chronický v závislosti na délce trvání (Zaboli et al. 2019). Studie obvykle používají chronickou expozici (>24 h) ke simulaci dlouhodobých nebo sezónních účinků tepelného stresu během produkce. Na druhou stranu akutní expozice (<24 h) se obvykle používá k simulaci krátkodobých nebo denních výkyvů okolní teploty těsně před porážkou (Leishman et al. 2021). Vystavení akutnímu tepelnému stresu vede k různým metabolickým změnám v drůbežím mase (Ali et al. 2008), jako je urychlení svalové glykogenolýzy, zvýšení koncentrace kyseliny mléčné a rychlého poklesu svalového pH časně po porážce. Výsledkem je stav podobný PSE s nižší vazností masa (Gonzalez-Rivas et al. 2020). Chronický tepelný stres může nepříznivě ovlivnit kvalitu masa změnou aerobního metabolismu, glykolýzy a ukládání intramuskulárního tuku, což má za následek nízkou přijatelnost pro zákazníky kvůli světlé barvě masa s nízkou vazností a zvýšenou ztrátou vody (Zaboli et al. 2019). Chronický tepelný stres může také snížit podíl prsní svaloviny a může se měnit její chemické složení (obsah tuku a bílkovin) (Gonzalez-Rivas et al. 2020).

3.4.2.5 Stres vyvolaný před porážkou

V důsledku stále se zvyšující standardizace živých produkčních faktorů může být vliv předporážkových a porážkových fází na kvalitu konečného produktu větší než vliv, který lze

přičíst odchylkám v chovatelských postupech (Petracci et al. 2010). Stres před porážkou může především ovlivnit fyzikální a technologické vlastnosti, například pH, barvu nebo vaznost masa (Tougan et al. 2013). Před odchytem ptáků a jejich umístěním do přepravních klecí se drůbeži odebere krmivo (Petracci et al. 2010), aby došlo k vyprázdnění trávicího traktu, tj. lačnění (Tougan et al. 2013). Tímto úkonem se snižuje výskyt fekální kontaminace JUT, ke které může dojít během porážky (Petracci et al. 2010). Účinky lačnění na kvalitu masa drůbeže jsou zvláště důležité (Tougan et al. 2013), protože ovlivňují jatečnou výtěžnost a kontaminaci poražených zvířat, bezpečnost produktu (patogenní mikroorganismy) a kvalitu masa (konečné svalové pH). Odebrání krmiva před porážkou ovlivňuje mnoho metabolických procesů (Ali et al. 2008). Významně se snižují zásoby svalové energie, které by mohly být využity během *post mortem* metabolismu (Tougan et al. 2013). Zásoby glykogenu mohou být vyčerpány prodlouženým odběrem krmiva. Spotřeba zásob glykogenu určuje zvýšení pH svalů, což vede k nižšímu stupni denaturace bílkovin s vyšší vazností a tmavší barvou masa. I když všechny tyto vlivy nejsou na úkor kvality, mohou přispět k vyšší variabilitě kvality masa (Petracci et al. 2010).

Opatrné zacházení s ptáky za účelem snížení traumatu je uváděno jako zásadní faktor při snižování úhynů a defektů JUT (např. krvácení, pohmožděnin a zlomeniny kostí) (Petracci et al. 2010), protože odchyt, umístění do klecí a vykládka jsou postupy, které mohou způsobit poranění těla (Ali et al. 2008). Nejčastěji pohmožděné oblasti u drůbeže jsou prsa, křídla a končetiny. Odhaduje se, že 90-95 % modřin nalezených na JUT vzniklo během 12 hodin před porážkou. Mechanické odchytové systémy mají potenciál snížit trauma a výskyt poraněných míst (Petracci et al. 2010). Perličky mohou být během přepravy vystaveny různým potenciálním stresorům, jako je vysoká nebo nízká teplota transportního prostředí, vysoká vlhkost, vibrace, pohyb, nárazy, lačnění, odebrání vody, sociální narušení a hluk. Tyto faktory silně ovlivňují konečnou kvalitu masa (Petracci et al. 2010; Tougan et al. 2013). Teplota prostředí během přepravy drůbeže je hlavním faktorem ovlivňující snížení hmotnosti živého zvířete a jeho výtěžnost, zejména proto, protože perličky reagují na zvýšenou teplotu zvýšeným lapáním po dechu, což mění profil příjmu a ztráty tělesné vody (Petracci et al. 2010).

Omráčení je operace, která se dělá před samotným usmrcením, jejichž cílem je ztráta vědomí zvířete. Omráčení lze vykonat například průchodem elektrického proudu, úpravou atmosféry změnou složení vzduchu nebo snížením atmosférického tlaku. Každá metoda má však pozitivní i negativní aspekty, pokud jde o aplikaci, pohodu zvířat, pohodu zaměstnanců a kvalitu masných výrobků (Joseph et al. 2013). Nejrozšířenějším způsobem omračování drůbeže je omračování elektrickým proudem. Omračování elektrickým proudem má za následek změněný vývoj posmrtné tuhosti a křehčí maso (Fletcher 2002). Za určitých podmínek však může omračování elektrickým proudem způsobit defekty JUT a svaloviny (Petracci et al. 2010), jako jsou zlomeniny kostí, krvácení z prsního svalstva, oddělení nebo rozštěpení šlach. Vyšší napětí elektrického proudu je spojováno právě s krvácením do prsních svalů. Vysoké napětí může způsobit tonické záchvaty nebo svalové kontrakce, které vedou k poškození svalových vláken a následnému krvácení ve svalové tkáni. Krvácení je způsobeno prudkým zvýšením intravaskulárního tlaku, v důsledku čehož může dojít k prasknutí krevních kapilár a následnému krvácení. Omračování elektrickým proudem s nízkým napětím může

snížit výskyt poškození kvality JUT a krvácení, které je spojeno s omračováním elektrickým proudem pod vysokým napětím. Avšak bylo prokázáno, že omračování elektrickým proudem s nízkým napětím negativně ovlivňuje časnou ztrátu krve ve srovnání s omračováním elektrickým proudem s vysokou intenzitou (Joseph et al. 2013).

Problémy s kvalitou produktů v důsledku používání elektrického proudu v Evropě podpořily vývoj alternativ, jako je omračování plynem. Jednou z hlavních výhod omračování plynem je, že v některých automatizovaných systémech mohou ptáci zůstat v přepravních bednách od okamžiku naložení na farmě až do omráčení, což snižuje následné defekty JUT (zlomeniny kostí, krvácení atd.). Omráčení plynem má výhodu (oproti elektrickému omračování) tím, že pozitivně zlepšuje svalový metabolismus v počátečních posmrtných obdobích a také konečné vlastnosti masa z pohledu kvality (Petracci et al. 2010). Konkrétně se zdá, že omračování drůbeže v plynném prostředí vede ke zrychlené ztuhlosti. Omráčení plynem vede ke snížení počátečního pH svalů, křehčímu masu, rychlejšímu vývoji posmrtné ztuhlosti a jemnějšímu masu ve srovnání s jedinci omráčenými elektrickým proudem (Fletcher 2002). I když omračování plynem má oproti elektrickému omračování určité výhody, pokud jde o zamezení stresu při manipulaci s ptáky, existují určité zřetelné nevýhody. Za prvé, omračování plynem zahrnuje indukční fázi, která může být pro perličky stresující. A za druhé, oxid uhličitý může způsobit dušnost před ztrátou vědomí (Joseph et al. 2013).

Po omráčení a proříznutí krkavice dochází ke ztrátě většiny krve v těle, což způsobí selhání mozku a následnou smrt. Nedostatečná ztráta krve v důsledku špatného proříznutí krkavice může v těle zanechat zbytkovou krev, která stále prokrvuje krevní cévy. To může produkovat JUT s viditelnými narostlými žilkami a tmavým masem (Petracci et al. 2010).

3.4.2.6 Biochemické změny masa

Po porážce dochází k biochemickým změnám způsobující přeměnu svaloviny na maso, které určují konečnou kvalitu masa (Mir et al. 2017). Biochemické změny se striktně vztahují k událostem, ke kterým došlo během období před porážkou, při porážce a k následnému zpracování (Petracci et al. 2010). Biochemická přeměna svalu po porážce, která postupně přechází k jeho přeměně na maso, probíhá ve dvou fázích: přeměna energetických zásob svalu, čímž nastane tuhnutí masa a změna struktury svalových bílkovin při zrání masa (Tougan et al. 2013).

Přerušování krevního oběhu potlačuje zásobování kyslíkem a exogenními energetickými substráty (glukóza, aminokyseliny a mastné kyseliny). Mechanismy udržování homeostázy však v buňce během krátké doby nadále fungují. Nedostatek kyslíku velmi rychle snižuje oxidační sílu buněk a přetrvávají pouze anaerobní reakce, v podstatě glykolýza. Udržování svalové homeostázy vyžaduje syntézu sloučeniny bohaté na energii, jako je adenosintrifosfát (adenosine triphosphate; ATP). Reakce syntézy ATP jsou zajištěny využitím kreatinfosfátu, glykogenolýzou a anaerobní glykolýzou. Anaerobní glykolýzou vzniká kyselina mléčná (Tougan et al. 2013), která se ve svalu akumuluje a nelze odstranit kvůli nedostatku krevního oběhu, a tak způsobí snížení sarkoplazmatického pH do bodu, který inhibuje další glykolýzu a produkci ATP. Ačkoli produkce ATP ustává, spotřeba ATP nadále způsobuje disociaci

aktomyosinových komplexů, což brání ztuhlosti. Když se však koncentrace ATP sníží pod 1 $\mu\text{M/g}$ tkáně, je disociace mezi aktinem a myosinem zastavena a začíná tuhnutí masa, důležitý proces pro žádoucí kvalitu masa (Mir et al. 2017). Proces tuhnutí je definován jako „*rigor mortis*“ a u většiny živočišných druhů nastane po několika hodinách (Grashorn 2010). Avšak doba potřebná k dokončení ztuhnutí se liší v závislosti na druhu, svalovině, typu vlákna, teplotě a rychlosti glykolýzy (Mir et al. 2017). Rozvoj *rigor mortis* závisí na rychlosti degradace glykogenových zdrojů a metabolické aktivitě svalové tkáně. Snížení pH a kvalita masa se u druhů drůbeže s různou rychlostí růstu liší a je třeba předpokládat, že mezi rychlostí růstu a zráním masa existuje obecný vztah (Grashorn 2010).

3.4.2.7 Vady masa

3.4.2.7.1 Stav masa podobný PSE

Jednou z nejčastějších výzev masného průmyslu spojených s intenzivní selekcí pro zvýšení svalové hmoty je vznik PSE masa. Termín PSE byl původně deskriptor pro vepřový produkt, který se vyznačoval světlou barvou, ochablou strukturou, špatnou vazností masa a podstatně sníženou výtěžností při vaření. Návrh, že u drůbeže se vyskytuje stav podobný PSE, byl zmíněn před několika desetiletími. Dosud však neexistují žádné důkazy, které by podpořily nebo vyvrátily genetickou mutaci u drůbeže související s rozvojem PSE (Petracci & Cavani 2012). Úroveň výskytu stavu podobného PSE je 5 až 40 %, a proto tato vada způsobuje drůbežářskému průmyslu značné ekonomické ztráty. Tuto vadu vyvolávají stresové podmínky před porážkou. Indikátorem této vady je hodnota pH, která je nižší než 5,8 po 45 minutách po porážce, kdy dochází k rychlému průběhu degradace glykogenů a ATP za vzniku kyseliny mléčné a inosinové (Huang & Ahn 2018). Zvýšená produkce intracelulárního vápníku a volných radikálů ve svalu může změnit integritu membrány a zvýšit rychlost okyselení svalů během posmrtných změn při vysoké teplotě. Tyto podmínky mohou vyvolat denaturaci sarkoplazmatických proteinů a změnit integritu membrány, což snižuje vaznost masa. Po porážce způsobuje vysoký obsah glykogenů nižší konečné pH, které se blíží izoelektrickému bodu myofibrilárních proteinů. V izoelektrickém bodě má maso nízkou vaznost (Petracci et al. 2015).

3.4.2.7.2 White striping

Výskyt myopatií u drůbeže se za posledních několik let mnohonásobně zvýšil. Tato vada zhoršuje kvalitu svaloviny drůbeže. Jejím projevem je výskyt vady „white striping“ (bílých pruhů) v rovnoběžném směru s vlákny kosterního svalstva. Počet a velikost bílých pruhů závisí výhradně na fyzické zátěži ptáků a závažnosti stavu (Nawaz et al. 2022). Mezi hlavní histopatologické změny spojené s touto vadou patří nekróza vláken, degenerující a regenerující vlákna různé velikosti, ukládání minerálních látek v jádrech svalových buněk, náhrada svalových vláken vazivovými tkáněmi (fibróza) a akumulace tukové tkáně (lipidóza) (Huang & Ahn 2018; Nawaz et al. 2022). Přítomnost vady „white striping“ je spojena s modifikací složení masa. Maso s touto vadou vykazuje vyšší procento vlhkosti, intramuskulárního tuku, kolagenu a nižší obsah myofibrilárních a sarkoplazmatických proteinů

a popela ve srovnání s normálním masem. Kromě toho dochází k podstatnému snížení obsahu a rozpustnosti myofibrilárních a sarkoplazmatických proteinů (Petracci et al. 2015). Stravitelnost a kvalita aminokyselin v kolagenu jsou horší než u zdravé svaloviny. Nutriční kvalita masa s vadou „white striping“ je proto nižší než masa standardní kvality (Huang & Ahn 2018).

3.4.2.7.3 Deep pectoral myopathy

Vada „deep pectoral myopathy“, také známé jako onemocnění „green muscle disease“, byla poprvé popsána v roce 1968 jako degenerativní myopatie u krůt a následně byla studována na Oregon State University. I když byl tento stav poprvé rozpoznán u dospělých krůt masného typu (Petracci & Cavani 2012), stal se běžnou vadou u všech rychle rostoucích ptáků masného typu (Huang & Ahn 2018). Vada „deep pectoral myopathy“ se vyskytuje výhradně u ptáků, kteří byli selektováni pro vysoký podíl prsních svalů (Petracci & Cavani 2012). Tato vada je definována jako ischemická nekróza, která se vyvíjí v malém prsním svalu (*Pectoralis minor*). U ptáků má hrudní oblast dva svaly, velký prsní sval (*Pectoralis major*) a malý prsní sval (*Pectoralis minor*), které oba spolupracují na pohybu křídel (Huang & Ahn 2018; Nawaz et al. 2022). Mezi hrudní kostí a velkým prsním svaem je přítomen malý prsní sval, který je sevřený, když ptáci pohybují křídly. To zvyšuje tlak v krevních cévách hrudní oblasti zvýšením průtoku krve směrem k prsním svalům (Nawaz et al. 2022). Jak se tlak zvyšuje v oblasti prsního svalstva, zastavuje se přívod krve do malých prsních svalů blokováním krevních cév v této oblasti. Zablokování krevních cév vyvolává nedostatek kyslíku v menších prsních svaech, což vede k buněčné smrti (Huang & Ahn 2018). Během časného období této vady vykazují svaly edém, zánět a krvácení. V pozdějších stádiích se stav zhoršuje nástupem degenerativní nekrózy, svalové atrofie, infiltrace imunitních buněk a zmnožením pojivových tkání a fibrózou (Nawaz et al. 2022). U nejpokročilejších lézí jsou normální svalová vlákna nahrazena vláknitou a tukovou tkání a barva se mění z růžové na zelenou (Huang & Ahn 2018). Výskyt myopatií se u drůbeže liší v závislosti na věku, plemeni a genotypu. Šance na získání zmíněné vady jsou vyšší v mladším věku (0–12 %) ve srovnání se starším věkem (0–5,6 %) (Nawaz et al. 2022).

3.4.2.7.4 Wooden breasts

Vada „wooden breasts“ je myodegenerativní onemocnění charakterizované vyčnívající přední částí hlavních prsních svalů s vrstvou viskózního exsudátu na povrchu (Nawaz et al. 2022). U ptáků s vysokou rychlostí růstu a podílem prsní svaloviny je pravděpodobnější, že se vyvine myopatie včetně vady „wooden breasts“, protože svalové tkáně přerostou podpůrné systémy, jako jsou pojivové tkáně a kapiláry (Huang & Ahn 2018), a tím změní fyzickou strukturu (tvar, velikost a průměr) svalového vlákna. Fyzikální vlastnosti svaloviny s vadou „wooden breasts“ závisí na závažnosti, včetně změny barvy, krvácení, rozsahu tvrdosti a želatinové tekutiny na prsních svaech. Přítomnost vyššího množství tukových a pojivových tkání je jedním z primárních důvodů tvrdnutí svalů. Zmíněná vada vykazuje několik negativních vlastností, jako je nízká vaznost, významné ztráty vařením a vyšší množství exsudátu uvolněného ze svalů (Nawaz et al. 2022). Ačkoli je obtížné odhadnout míru

výskytu této vady v celém odvětví, přibližně 5–10 % komerčně vyráběných prsních filetů vykazuje tento stav (Huang & Ahn 2018), a to vede k podstatným ekonomickým ztrátám pro chovatele drůbeže po celém světě (Nawaz et al. 2022).

3.4.2.8 Mikrobiální kontaminace

Celkově mezi kvalitativní znaky drůbežího masa patří i hygienická hlediska ve vztahu k bezpečnosti a toxikologii (přítomnosti nežádoucích mikroorganismů nebo reziduí, jako jsou antibiotika, hormony nebo chemické kontaminanty) (Cavani et al. 2009). Mikrobiální úroveň je nejdůležitější bezpečnostní vlastností masa a masných výrobků (Ismail & Joo 2017) a je velkou výzvou při výrobě masa, protože může představovat zdravotní riziko pro spotřebitele (Grashorn 2010). Obecně platí, že vizuální hodnocení a hodnocení zápachu jsou rychlým posouzením zkažení masa. Pachové látky nalezené při kažení masa skladovaného v chladu lze přičíst mikrobům. Rody bakterií *Salmonella* a *Campylobacter* jsou převládajícími alimentárními patogeny v drůbežím mase. Mezi další patogeny, které se podílejí na lidských onemocněních, patří *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* a *Listeria monocytogenes*. V mnoha zemích byla vyvinuta a implementována aplikace systému analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (Hazard analysis and critical control points; HACCP) při zpracování masa jako nástroj řízení při kontrole alimentárních patogenů (Ismail & Joo 2017).

Mikrobiální stav JUT drůbeže je ovlivněn obecně hygienou ve zpracovatelském závodě, která je do značné míry určena kvalitou surovin, designem závodu a budov, osobní hygienou a účinností čištění. Je zřejmé, že mikrobiální kontaminace suroviny, tedy perliček dodávaných na porážku, je nejkritičtější bodem, protože dochází k základní mikrobiální kontaminaci. Křížovou kontaminaci lze očekávat zejména při opaření a vykuchání. Po špatném čištění a dezinfekci může dojít ke kontaminaci povrchů zařízení a vody (Grashorn 2010). Velmi důležité jsou také přísné hygienické protokoly pro personál, protože zdrojem mikrobiální kontaminace jsou často tyto osoby (Petracci et al. 2015). Chlazení jatečně upravených těl je další důležitou fází po porážce drůbeže s ohledem na minimalizaci mikrobiální zátěže konečného produktu. Tato fáze může být na jedné straně bodem křížové kontaminace nebo na druhé straně může být bodem, kde je možné snížení mikrobiální zátěže. Při moderním zpracování drůbeže je křížová kontaminace rozšířená a vyskytuje se skoro nepřetržitě (Grashorn 2010). Spotřebitelské praktiky hrají další roli v mikrobiální úrovni rizikovosti výrobků z drůbežího masa. Respektování doby použitelnosti a teplot produktů, které mají být konzumovány, umožňuje kontrolovat úroveň rizika. Nedostatečná úroveň úpravy masa před požitím může vést k požití patogenních mikroorganismů (Baeza et al. 2022). Je dobře známo, že mikrobiální růst silně závisí na pH masa. Zejména prsní maso charakterizované vysokým pH (>6,0) je pravděpodobněji kontaminováno mikroorganismy a může spustit kažení, které zhoršují chuť, vůni a vzhled (Petracci et al. 2015).

3.5 Chemické parametry kvality masa

Složení živin je důležitým znakem kvality masa s ohledem na lidskou výživu (Grashorn 2010). Hlavními složkami syrového drůbežního masa jsou voda, bílkoviny, lipidy a minerální látky. Drůbeží maso, je důležitým poskytovatelem esenciálních polynenasycených mastných kyselin (polyunsaturated fatty acids; PUFA), zejména ω -3 mastných kyselin. Obsah těchto důležitých mastných kyselin lze v drůbežím mase zvýšit snadněji než v jakémkoli jiném mase hospodářských zvířat, ačkoliv mohou propuknout negativní účinky na oxidační stabilitu (Mir et al. 2017).

3.5.1 Bílkoviny

Svalové bílkoviny jsou hlavními strukturálními a funkčními složkami v mase. Tyto látky lze klasifikovat do tří skupin na základě charakteristik rozpustnosti. První skupinou jsou sarkoplazmatické bílkoviny, které jsou rozpustné ve vodě nebo roztocích zředěných solí. Druhou skupinou jsou myofibrilární bílkoviny, které jsou rozpustné v koncentrovaných solných roztocích. A poslední skupinou jsou stromatické bílkoviny, které nejsou rozpustné ve vodě ani solných roztocích (Santhi et al. 2015). Sarkoplazmatické bílkoviny představují 30–35 % celkových svalových bílkovin a mají relativně nízkou molekulovou hmotnost, vysoké izoelektrické pH, globulární nebo fibrilární struktury a nízkou viskozitu. Myofibrilární bílkoviny tvoří přibližně 50 až 56 % celkového obsahu bílkovin kosterního svalstva. Myosin, který obsahuje asi 50 až 55 % celkových myofibrilárních proteinů, je nejdůležitější „funkční“ protein v mase. Další důležitou myofibrilární bílkovinou je aktin, který tvoří s myosinem aktinomyosinový komplex. Myosin a aktinomyosin mají vysokou emulgační schopnost s dobrou stabilitou emulze v různých typech svaloviny (Santhi et al. 2015).

Obsah bílkovin v mase se však může podstatně lišit (Pereira & Vicente 2013). Obsah bílkovin v drůbežím mase je ovlivněn především příjmem bílkovin v krmivu a porážkovým věkem (Baeza et al. 2022). Aminokyseliny jsou stavebními kameny bílkovin. Známých aminokyselin je přes více než tři sta, ale pouze 20 z nich slouží ke tvorbě svalových bílkovin (proteinogenní aminokyseliny) (Pereira & Vicente 2013). Kromě glycinu mají všechny aminokyseliny asymetrický uhlík a vykazují optickou aktivitu. Na základě potřeb z potravy pro dusíkovou bilanci nebo růst jsou aminokyseliny klasifikovány jako nutričně esenciální (nepostradatelné), semiesenciální (částečně nepostradatelné) nebo neesenciální (postradatelné) (Wu 2009). Esenciální aminokyseliny jsou definovány jako ty aminokyseliny, jejichž uhlíkové skelety nelze syntetizovat, nebo ty, které jsou nedostatečně syntetizovány tělem *de novo* vzhledem k potřebám a musí být poskytovány z krmiva. Semiesenciální aminokyseliny jsou aminokyseliny, které normálně může organismus syntetizovat v adekvátních množstvích, ale musí být poskytovány ze stravy, aby byly uspokojeny potřeby organismu za podmínek, kdy je míra využití vyšší než rychlost syntézy. Neesenciální aminokyseliny jsou takové aminokyseliny, které mohou být tělem syntetizovány *de novo* v dostačujícím množství, aby byly pokryty pro potřeby organismu (Wu 2009).

Nedostatečný příjem aminokyselin, primárních jednotek bílkovin, může vést k podvýživě bílkovin. Výživová hodnota každé potraviny může být určena množstvím a kvalitou několika přítomných nebo nepřítomných aminokyselin (Pereira & Vicente 2013). Pokud určitá potravina nedodává dostatek esenciálních aminokyselin, chybějící aminokyseliny jsou definovány jako „limitující“. Masová bílkovina se vyznačuje svou bohatostí na všechny esenciální aminokyseliny (Pereira & Vicente 2013). Ačkoli každá aminokyselina má svou vlastní jedinečnou katabolickou dráhu, katabolismus mnoha aminokyselin vykazuje v organismech řadu společných charakteristik. Kromě své role (stavební jednotky bílkovin a polypeptidů) jsou některé aminokyseliny důležitými regulátory klíčových metabolických drah, které jsou nezbytné pro udržení, růst, reprodukci a imunitu v organismech, čímž maximalizují efektivitu využití potravy, zvyšují obsah bílkovin, snižují adipozitu a zlepšují zdraví (Wu 2009).

3.5.1.1 Oxidace bílkovin

Oxidace je jednou z hlavních příčin zhoršení kvality během zpracování a skladování potravinářských výrobků. Oxidace lipidů byla v potravinových systémech rozsáhle studována po mnoho let, ale vliv a mechanismy oxidace bílkovin v potravinách, zejména v čerstvém mase a masných výrobcích, jsou z velké části neznámé (Zhang et al. 2013). Oxidace bílkovin ve zpracovaných masných výrobcích vede ke zhoršení barvy, snížení vaznosti masa a schopnosti tvořit texturu. Oxidace bílkovin může způsobit změny v hydrofobnosti, konformaci a rozpustnosti bílkovin. Kromě toho mohou oxidativní modifikace proteinů vést ke ztrátě esenciálních aminokyselin a snížení stravitelnosti, což v konečném důsledku ovlivňuje nutriční kvalitu masa (Lund et al. 2010). Stejně jako oxidace lipidů, závisí oxidace bílkovin na původu masa, úpravě masa (syrové, vařené atd.) a dalších vnitřních a vnějších faktorech (Guyon et al. 2016). Reakce radikálů s bílkovinami a peptidy v přítomnosti kyslíku vede ke změnám jak v základním řetězci, tak v postranních řetězcích aminokyselin. Tyto oxidační změny zahrnují štěpení peptidových vazeb, modifikaci postranních řetězců aminokyselin a tvorbu kovalentních a intermolekulárních vazeb proteinových derivátů. Některé z nejobecnějších modifikací aminokyselin jsou tvorba proteinových karbonylových skupin a proteinových hydroperoxidů. U intermolekulárních vazeb dochází většinou k tvorbě disulfidu a dityrosinu prostřednictvím ztráty cysteinových a tyrosinových zbytků (Lund et al. 2010). Disulfidové, dityrosinové a další intermolekulární vazby vzniklé oxidací mohou způsobit agregaci a polymeraci proteinů za účelem změny jejich proteolytických vlastností. Tyto změny mohou ovlivnit fyzikální a chemické vlastnosti proteinů včetně rozpustnosti, hydrofobnosti, vaznosti, měkkosti masa a emulgační funkce (Zhang et al. 2013).

Vystavení bílkovin oxidaci do značné míry závisí na jejich složení aminokyselin uvnitř řetězce. Určité aminokyseliny, zejména cystein, tyrosin, fenylalanin, tryptofan, histidin, prolin, arginin, lysin a methionin, které se snadno přeměňují na karbonylové deriváty, jsou náchylnější vůči reaktivním formám kyslíku. Tvorba karbonylů je považována za užitečný obecný ukazatel pro hodnocení úrovně oxidace bílkovin v mase. Zkoumání různých indexů oxidace by mohlo být velmi užitečné pro pochopení mechanismu oxidace proteinů (Guyon et al. 2016). Kromě toho některé aminokyseliny, včetně cysteinu, tryptofanu

a methioninu, se snadněji oxidují a mohou působit jako antioxidanty (Guyon et al. 2016). Ze všech postranních řetězců aminokyselin jsou právě cystein a methionin nejvíce náchylné k oxidaci, protože obsahují reaktivní atomy síry (Zhang et al. 2013). Volné thiolové skupiny obecně korelují s karbonylovými sloučeninami, a tak thiolová skupina může poskytnout další hodnocení rozsahu oxidace bílkovin. Proto se analýzy volných thiolů stále častěji používají jako doplňkové indikátory oxidace bílkovin (Guyon et al. 2016).

3.5.2 Tuky a mastné kyseliny

Termín „tuk“ se obecně používá jako synonymum pro lipid. Oba termíny popisují rozmanitou škálu sloučenin, které jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v organických rozpouštědlech. Lipidy hrají důležitou roli ve výživě, biochemii a fyziologii zvířat (Ravindran et al. 2016). Tuky jsou důležitou součástí všech druhů masa a jsou zodpovědné za mnoho žádoucích či nežádoucích vlastností masa. Jsou důležité pro chuťový a aromatický profil masa a přispívají k měkkosti a šťavnatosti (Amaral et al. 2018). Ve svazech mají významný podíl fosfolipidy, které obsahují vyšší obsah PUFA, aby mohly plnit svou funkci v buněčných membránách. Fosfolipidy jsou základní složkou buněčných membrán a jejich obsah zůstává poměrně konstantní, nebo se zvyšuje jen málo. Celkový obsah tuku u zvířete a ve svalu má důležitý dopad na proporcionální složení mastných kyselin kvůli různému složení mastných kyselin a fosfolipidů (Wood et al. 2008).

V posledních letech se zvýšil zájem o způsoby „manipulace“ se složením mastných kyselin v masu. Je to proto, protože maso je považováno za hlavní zdroj tuků ve stravě, zejména nasycených mastných kyselin, které se podílejí na onemocněních, hlavně ve vyspělých zemích. Patří mezi ně různé druhy rakoviny, a především ischemická choroba srdeční (Wood et al. 2004). Mechanismy, kterými nasycené tuky negativně působí na kardiovaskulární a celkové metabolické zdraví, jsou různé. V rámci polynenasycených mastných kyselin si omega-3 mastné kyseliny zaslouží zvláštní pozornost vzhledem k jejich uznávané ochranné roli při kardiovaskulárních onemocněních a podpoře zdraví obecně. Maso se může podílet až z 20 % na příjmu ω -3 polynenasycených mastných kyselin (Pereira & Vicente 2013). Mnoho mezinárodních organizací doporučovalo denní konzumaci esenciálních ω -3 a ω -6 mastných kyselin, stejně jako jejich těsný poměr, pro stimulaci vývoje mozku a snížení indukce různých typů rakoviny a metabolických onemocnění (Chiroque et al. 2018). Jak ω -3, tak ω -6 mastné kyseliny jsou prekurzory eikosanoidů (biologických efektorů), které regulují především kardiovaskulární systém a imunologické procesy. Eikosanoidy vytvořené z ω -6 mastných kyselin přispívají ke kardiovaskulárním onemocněním a zánětlivým procesům, zatímco eikosanoidy vytvořené z ω -3 mastných kyselin působí preventivně (Grashorn 2007). Kvůli zvyšujícímu se povědomí o nutnosti vyššího obsahu ω -3 mastných kyselin ve stravě došlo k celkové osvětě v roli masa v lidské stravě (Wood et al. 2004).

Obsah a poměr jednotlivých mastných kyselin je důležitým parametrem určujícím kvalitu (Bogosavljevic-Boskovic et al. 2012). Obsah a poměr jednotlivých mastných kyselin v drůbežím masu může být ovlivněn genotypem, věkem, pohlavím a systémem chovu, ale nejzásadnějším

faktorem je výživa (Bogosavljevic-Boskovic et al. 2012; Baeza et al. 2022). Poměry mastných kyselin se ve svalovině mezi raným věkem a dobou porážky mění (Wood et al. 2008). Složení mastných kyselin má vliv na rozdílné teploty tání a na pevnost nebo měkkost tuku v mase, zejména podkožního a mezisvalového, ale také intramuskulárního. Skupiny tukových buněk obsahující ztužený tuk s vysokým bodem tání vypadají bělejší, než když je přítomen tekutý tuk s nižším bodem tání. Barva tuku je aspektem kvality ovlivněným mastnými kyselinami. Schopnost nenasycených mastných kyselin, zejména těch s více než dvěma dvojnými vazbami, je důležitá pro regulaci trvanlivosti masa (Wood et al. 2004). Mastné kyseliny v tucích jsou normálně vázány na triacylglyceroly. Pokud nejsou vázány k žádné molekule, označují se jako volné mastné kyseliny. Obsah volných mastných kyselin je obdobně považována za známku žluknutí (číslo kyselosti) (Ravindran et al. 2016). Dalším faktorem, který má vliv na obsah tuku v mase a složení mastných kyselin, je tepelná úprava masa. Pokud jde o složení mastných kyselin, poměr polynenasycených ku nasyceným se během tepelné úpravy zvyšuje. Je to kvůli tomu, že polynenasycené mastné kyseliny jsou součástí buněčné membrány, a proto mají menší kontakt s teplem (Pereira & Vicente 2013).

3.5.2.1 Oxidace lipidů

Lipidy jsou jednou z chemicky nejvíce nestabilních složek v mase, protože u nich často dochází k oxidačním reakcím. Je to spontánní a nevyhnutelný proces, který přímo ovlivňuje komerční hodnotu masa a masných produktů (Amaral et al. 2018). Tato reakce může negativně ovlivnit nutriční hodnotu a sensorické vlastnosti, jako je barva, textura, vůně a chuť (Karre et al. 2013). Oxidaci může ovlivnit mnoho faktorů včetně živočišného druhu, plemene, genotypu, svalového typu, výživy a procesů po porážce, jako jsou způsoby zpracování, podmínky skladování, typy přísad, přítomnost a koncentrace prooxidantů nebo antioxidantů (Guyon et al. 2016). Mezi masnými výrobky je drůbeží maso ve srovnání s červeným masem považováno za náchylnější k rozvoji oxidativního žluknutí, a to kvůli vyššímu obsahu fosfolipidů v drůbežím mase (Dzinic et al. 2015). Jak už bylo zmíněno v předešlé kapitole, fosfolipidy se nacházejí v buněčných membránách a jsou bohaté na polynenasycené mastné kyseliny, proto jsou velmi náchylné k oxidaci (Amaral et al. 2018).

Rozvoj oxidativního žluknutí masa začíná v době porážky, kdy je přerušen průtok krve a metabolické procesy jsou blokovány (Amaral et al. 2018). Tato reakce je výsledkem řetězových radikálových reakcí, které jsou rozděleny na tři fáze. Výsledné produkty závisí na substrátech, kterými jsou obecně nenasycené mastné kyseliny. První dvě fáze vedou k tvorbě radikálů, které se rychle přeměňují na neradikálové sloučeniny, jako jsou konjugované dieny a hydroperoxydy, a jsou považovány za primární produkty oxidace lipidů. Tyto sloučeniny se dále rozkládají a dávají vznik karbonylovým sloučeninám, ketonům, alkoholům a aldehydům, které jsou považovány za sekundární produkty oxidace lipidů. Ze sekundárních produktů jsou klíčovými sloučeninami aldehydy, protože snadno reagují s proteiny, což vede k modifikacím jejich organoleptických a nutričních vlastností (Guyon et al. 2016). Vařené maso je ještě náchylnější k oxidaci lipidů než maso syrové, protože vyšší teploty vedou k uvolňování kyslíku, hemu a železa, a tím k produkci volných radikálů (Amaral et al. 2018). Žluknutí tuků a olejů se

obvykle stanovuje pomocí peroxidového čísla a metody aktivního kyslíku. Peroxidové číslo je široce používaným indikátorem oxidace tuku (Ravindran et al. 2016). S cílem nabídnout produkty s požadovanými vlastnostmi a stabilitou byly vyvinuty některé technologie, které se snaží snížit oxidaci lipidů a prodloužit životnost těchto produktů. Mezi tyto technologie patří vakuové balení, modifikovaná atmosféra nebo přidáním antioxidantů (Amaral et al. 2018).

3.5.2.2 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky, které jsou schopny zabránit oxidačním procesům oxidovatelných biomolekul, jako jsou lipidy nebo bílkoviny (Grashorn 2007; Karre et al. 2013). Antioxidanty jsou sloučeniny schopné darovat vodíkové radikály volným radikálům, které jsou k dispozici k prevenci oxidačního poškození. To zpomaluje oxidaci a žluknutí bez poškození sensorických a nutričních vlastností, což udržuje kvalitu a prodlužuje trvanlivost masa a masných výrobků. Přestože ve svalovině existují vnitřní faktory, které zabraňují oxidaci lipidů, často se po porážce během svalové přeměny svaloviny na maso, primárního a sekundárního zpracování, manipulací a skladování, ztrácejí, a proto je nutná suplementace vnějšími antioxidanty (Amaral et al. 2018). Ačkoli existuje mnoho sloučenin, u kterých bylo navrženo, že mají antioxidační vlastnosti pro inhibici oxidativního zhoršování, jen několik z nich může být použito v potravinářských produktech (Karre et al. 2013). Koncentrace syntetických antioxidantů v potravinách je omezena na 0,01 % obsahu tuku (Amaral et al. 2018). Přijatelnost syntetických přísad je spotřebiteli nízká, protože se tyto antioxidanty dostaly pod kontrolu kvůli potenciálním toxikologickým účinkům. Proto je použití syntetických antioxidantů v potravinářských produktech kontrolováno regulačními zákony každé země nebo mezinárodními normami (Karre et al. 2013). Z těchto důvodů se značně zvýšil zájem v masném průmyslu o využívání přírodních antioxidantů. Ačkoli jsou obecně dražší, jsou tyto komponenty spotřebiteli lépe přijímány a jsou považovány za bezpečnější. Navíc některé přírodní sloučeniny mají vyšší antioxidační účinek než syntetické sloučeniny a některé mají také další pozitivní účinky na sensorické vlastnosti masných výrobků. Většina přírodních antioxidantů jsou fenolické sloučeniny, mezi které patří tokoferoly, flavonoidy nebo fenolové kyseliny (Amaral et al. 2018). Tyto sloučeniny mají schopnost silné antioxidační aktivity tím, že zachycují volné radikály a ukončují oxidační reakce (Dzinic et al. 2015).

3.5.3 Minerální látky

Drůbeží maso obsahuje kolem 1,1 % minerálních látek. Tento parametr je lehce ovlivněn krmením a dalšími faktory chovu (Baeza et al. 2022). Maso je jedním z nejlepších zdrojů zinku, selenu, fosforu a železa. Železo má zásadní roli v lidském organismu a jeho nedostatek vede k poškození několika biologických funkcí (Pereira & Vicente 2013). Podílí se na transportu a skladování kyslíku, buněčném dýchání, syntéze DNA, neurotransmiterů a kolagenu, metabolismu mastných kyselin, xenobiotik, peroxidu vodíku a jódu (Czerwonka & Tokarz 2017). Strava hraje zásadní roli při udržování rovnováhy železa. Železo lze nalézt v široké škále potravin, je však přítomno ve dvou různých formách: hemové železo

a nehemové železo. Hemové železo pochází z hemoglobinu a myoglobinu, takže je přítomno pouze v živočišných potravinách. Je vysoce biologicky dostupné a snadno se vstřebává ve střevním lumen, protože je absorbováno jako neporušená molekula enterocyty. Nehemové železo je přítomno hlavně v zelenině s tmavými listy, jako je špenát, nebo brukvovité zelenině. Nadměrný příjem železa může být i přes jeho životně důležitou roli v lidském těle nebezpečný. Vysoké dávky této minerální látky mohou způsobit poškození střevní sliznice a vést k toxicitě (Pereira & Vicente 2013).

Nezbytným stopovým prvkem v lidské výživě je selen. Je důležitou složkou selenoproteinů, které mají antioxidační funkce při kardiovaskulárních onemocněních a prevenci rakoviny (Pereira & Vicente 2013). Selen je hlavní antioxidant používaný jako doplněk stravy a je nedílnou součástí glutathionperoxidázy (Amaral et al. 2018), klíčového enzymu v detoxikačních procesech (Pereira & Vicente 2013), který je spolu s vitamínem E zodpovědný za buněčnou obranu proti volným radikálům (Amaral et al. 2018). Vitamin E a selen jsou vzájemně nahraditelné (s výjimkou nízkých hladin) a každý z nich působí jako šetřící mechanismus pro ten druhý. Ve vyšších hladinách může samotný selen vykazovat antikarcinogenní účinek (Puvaca & Stanacev 2011).

Adekvátní příjem zinku je nezbytný pro lidské zdraví vzhledem k jeho funkční roli v enzymatických systémech, buněčném dělení a růstu, genové expresi, imunitních a reprodukčních funkcích. Nedostatek zinku zvyšuje riziko infekce, oxidačního stresu a genetického poškození (Pereira & Vicente 2013).

3.5.4 Vitaminy

Maso je i cenným zdrojem komplexních vitaminů skupiny B, zejména vitaminu B12 (Pereira & Vicente 2013). Vitamin B12 (také známý jako kobalamin) se skládá z kobaltu (jako centrálního atomu) a Korinového kruhu, který obklopuje zmíněný atom kovu (Gille & Schmid 2015). Živočišné produkty jsou považovány za hlavní potravinové zdroje vitaminu B12, lze jej však nalézt také v určitých typech řas. Nízký příjem masa ve stravě je pravděpodobně hlavní příčinou nedostatku tohoto vitaminu. Nedostatek vitaminu B12 je hlavním důvodem megaloblastové anémie (Pereira & Vicente 2013). Je také silně spojen s vysokými hladinami homocysteinu v krvi, což je rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění. Jeho nedostatek může také způsobit depresivní symptomy i neurologické poškození. Je důležité vzít v úvahu vliv technik tepelného zpracování masa na obsah vitaminů. Vitaminy B-komplexu jsou rozpustné ve vodě, takže některé způsoby tepelného zpracování (Pereira & Vicente 2013), dávají vzniku jejich ztrát, zvláště když se používají metody vlhkého tepla (např. vaření, pečení nebo dušení) (Gille & Schmid 2015).

3.6 Fyzikální parametry kvality masa

Kvalitu drůbežího masa je obtížné definovat, protože se jedná o komplexní pojem určený spotřebitelskými preferencemi. Nejdůležitějším faktorem při určování kvality drůbežího masa jsou nejen chemické vlastnosti, ale také míra preference spotřebitelů vůči masným výrobkům.

Obecně je nedostatek informací a běžných standardů při určování kvality drůbežího masa, protože kvalita masa závisí na několika jakostních znacích a jejich komplexních účincích (Ismail & Joo 2017). Vzhled (včetně barvy a tvaru), vaznost, pH, textura (včetně křehkosti), šťavnatost, chuť a vůně masa jsou hlavními fyzikálními parametry drůbežího masa (Grashorn 2010).

3.6.1 Barva

První dojem, který mají spotřebitelé z jakéhokoli masného výrobku, je jeho barva (Ismail & Joo 2017). Proto je barva masa nejdůležitějším kvalitativním znakem vařeného nebo syrového masa, protože spotřebitelé si jej spojují s čerstvostí produktu a o koupi produktu se rozhodují na základě svého názoru na jeho atraktivitu (Mir et al. 2017). Barva syrového drůbežího masa je rozhodující pro spotřebitelský výběr, zatímco barva vařeného masa je rozhodující pro konečné hodnocení produktu. Maso, které se liší od očekávaného světle hnědé až růžového zbarvení syrového masa nebo od hnědé po šedé barvy vařeného masa, by mohlo být odmítnuto ještě před hodnocením jeho ostatních vlastností, jako je křehkost, textura a chuť (Fletcher 2002). Proto je barva masa při prodeji tak důležitá (Ismail & Joo 2017). Hlavními faktory ovlivňujícími barvu drůbežího masa jsou krmivo a koncentrace hemových pigmentů, dále pohlaví, věk, genotyp, stres, technika omračování, zpracovatelské postupy, chemická expozice, ozařování a podmínky skladování (Fletcher 2002; Mir et al. 2017).

Jak už bylo řečeno, barva drůbežího masa může být ovlivněna krmivem, zejména pokud jsou v krmivu přítomny přirozeně se vyskytující nebo doplňkové karotenoidní pigmenty, které se hromadí v intramuskulárním tuku (Baeza et al. 2022). Dostupnost pigmentů rozpustných v tucích, jako jsou karotenoidy, koncentráty xantofylů, rostlinné zdroje (např. brokolice, paprikový extrakt a rajčata) nebo doplňkové látky (např. rybí tuk, antioxidanty, vitaminy a stopové minerální látky), určuje rozsah pigmentace masa. Mnohá plemena postrádají genetickou schopnost ukládat pigmenty v epidermis, což dává vzniku bílé barvy masa bez ohledu na složení krmiva (Mir et al. 2017).

Světlost a červenost masa ovlivňuje především koncentrace hemových bílkovin, hlavně myoglobin, hemoglobin a cytochrom c (Baeza et al. 2022). Z těchto tří sloučenin obsahujících hemové železo se na barvě drůbežího masa nejvíce podílí myoglobin (Wideman et al. 2015). Myoglobin a hemoglobin tvoří základní krevní barvivo a může, především v důsledku nesprávného vykrvení při porážce, zůstat v mase a ovlivnit jeho barvu. Správná barva masa je spojena především s výskytem myoglobinu (deoxymyoglobinu) nebo jeho derivátu oxymyoglobinu (Pospiech et al. 2007). Věk, intramuskulární tuk, vlhkost masa a stres bezprostředně před a během porážky ovlivňují barvu masa (Mir et al. 2017). S věkem zvířat se obsah hemových pigmentů zvyšuje a maso se stává červenější a tmavší. Barva u drůbežího masa silně závisí na zásobách svalového glykogenu při porážce a posmrtném vývoji pH. Kromě toho selekce perliček na základě zvýšené rychlosti růstu a podílu prsní svaloviny může mít za následek snížení červenosti a zvýšenou žlutost a světlost zředěním hemových pigmentů. Barva čerstvého drůbežího masa se během doby trvanlivosti mění podle podmínek skladování a typem balení. Suplementace vitamínem E a selenem může pomoci snížit změnu barvy

během skladování v chladu tím, že zabrání oxidaci hemových proteinů (Baeza et al. 2022). Další látky, které mohou ovlivnit barvu masa, jsou organické kyseliny (např. kyselina citrónová, kyselina mléčná a kyselina jablečná), které bývají přidávány jako antimikrobiální látky do masa a masných produktů (Wideman et al. 2015).

3.6.2 Vaznost

Vaznost masa má přímý vliv na barvu a texturu masa a patří mezi nejdůležitější funkční vlastnosti syrového masa. Vaznost je funkcí faktorů, jako je pH, délka sarkomer, iontová síla, osmotický tlak a rozvoj *rigor mortis*, které působí změnou buněčných a extracelulárních složek (Mir et al. 2017). Nejdůležitější myofibrilární bílkoviny spojené s charakteristikami kvality masa a vazbou vody jsou aktin (tenké vlákno), myosin (silné vlákno) a jejich kombinovaná struktura aktinomyosin (Alvarado & McKee 2007). Pokud je hodnota pH nízká (<5,8) a blízko izoelektrického bodu myofibrilárních bílkovin, vede to ke snížení vaznosti a odbarvení masa. Vaznost je ovlivněna mnoha faktory včetně teploty, integrity membrány, stresu před porážkou, zpracovatelských faktorů a skladování. Navíc vaznost ovlivňuje další fyzikální vlastnosti včetně textury a pevnosti syrového masa a stravovacích vlastností vařeného masa. Proto je tento faktor velmi důležitý pro výrobce a prodejce masa (Ismail & Joo 2017), jelikož by mohl znamenat ekonomické ztráty a špatnou přijatelnost pro spotřebitele (Dzinic et al. 2015).

Nedostatek energie ve svalech po porážce zvířete má za následek akumulaci aktinomyosinových komplexů, což způsobuje ztrátu prostoru mezi myofibrilárními proteiny a následné snížení vaznosti. Jak *rigor mortis* postupuje, hořečnaté a vápenaté ionty v sarkoplazmě neutralizují negativně nabitě reaktivní skupiny na sousedních proteinových řetězcích. Čímž snižují elektrostatické odpuzování mezi nimi, což dále zmenšuje prostor dostupný pro vodu a zvyšuje množství vody vypuzené do extracelulárního prostoru (Mir et al. 2017). Voda ztracená v důsledku nevratné ztráty funkčnosti bílkovin zahrnuje volnou, imobilizovanou a vázanou vodu. Volná voda tvoří většinu vody, kterou maso zadržuje a může se ztratit zpracováním, jako je řezání nebo mletí. Imobilizovaná voda označuje vodu, která je také zachycena, ale je dále zadržována přitahováním čistého náboje. Představuje 10 až 15 % a lze ji odstranit například vařením. Vázaná voda představuje asi 4 % vody a nejde ji odstranit. Je vázána na ionizovatelné skupiny aminokyselin proteinů a další skupiny schopné tvořit vodíkové vazby. Cokoli, co ovlivňuje prostor mezi silnými a tenkými vlákny nebo schopnost proteinů vázat vodu, může ovlivnit vaznost masa (Alvarado & McKee 2007).

3.6.3 pH

Souvisejícím faktorem ovlivňujícím vaznost je pH masa (Alvarado & McKee 2007). S ohledem na glykolytický proces je počáteční hodnota pH dobrým indikátorem pro posouzení fyziologické kvality masa (Dzinic et al. 2015). Rychlost a rozsah snížení pH během rigorózního vývoje ve svalu může ovlivnit funkčnost myofibrilárních proteinů (Alvarado & McKee 2007), a tím změnit křehkost, barvu, šťavnatost a vaznost masa (Mir et al. 2017). Vysoké pH podporuje vaznost a stabilitu emulze (Santhi et al. 2015). Identifikace barvy je snadný způsob,

jak určit pH masa. Pokud je maso velmi tmavé, bude mít vysoké pH a pokud je velmi světlé, bude mít nízké pH. Snížení pH o 1 jednotku zvyšuje rychlost denaturace proteinů až 12×. Má se za to, že nízké pH způsobuje rozprostření bílkovin ve svalu, což způsobuje, že se světlo odráží od povrchu jinak, což má za následek světlejší barvu. Změny barvy prsího masa, zejména v důsledku účinků pH, ovlivňují trvanlivost, vznik zápachu, vaznost masa, nasávání vlhkosti při marinování a ztrátu odkapem (Mir et al. 2017).

3.6.4 Textura a křehkost

Textura masa je dalším důležitým kvalitativním faktorem spojeným s konečnou spokojeností spotřebitelů (Fletcher 2002). Struktura a stupeň tuhosti masa je funkcí podílu vody zadržené intramuskulárně. Voda pevně vázaná na svalové proteiny má bobtnající účinek, zabírá prostory mezi myofibrilami a dodává masu pevnější strukturu (Mir et al. 2017). Textura drůbežního masa je ovlivněna především věkem, genotypem, pohlavím, chovným systémem, podmínkami porážky a technikami posmrtného zpracování JUT, které ovlivní vývoj pH a *rigor mortis*. Struktura masa je také ovlivněna teplotou chlazení JUT. Když je tato teplota kolem 0 °C, sval podléhá studené kontrakci, zejména během první hodiny po porážce, po které následuje relaxace a změna následné křehkosti masa (Baeza et al. 2022). Dva hlavní faktory spojující se s křehkostí drůbežního masa jsou zralost pojivových tkání a kontraktilní stav myofibrilárních proteinů (Fletcher 2002). Zralost pojivové tkáně je funkcí chemické vazby kolagenu ve svalu, která se zvyšuje s věkem, proto se tuhé maso vyskytuje u starších ptáků (Mir et al. 2017). Dopady myofibrilárních bílkovin na konečnou křehkost masa jsou primárně funkcí biochemické predispozice svalu v době porážky, rychlosti a vývoje *rigor mortis* a fyzické manipulace s JUT a svalovinou během vývoje ztuhlosti (Fletcher 2002).

3.6.5 Chuť a vůně

Chuť a vůně jsou dalšími atributy kvality, které spotřebitelé používají k určení přijatelnosti masa (Mir et al. 2017). Chuť společně s vůní masa je odvozena hlavně tepelně, protože tepelně neupravené maso má jen malé nebo žádné aroma (Baeza et al. 2022). K rozvoji chuti dochází až po tepelném zpracování a sérii tepelně indukovaných komplexních reakcí, ke kterým dochází mezi různými netěkavými sloučeninami libové a tukové tkáně (Mir et al. 2017; Baeza et al. 2022). Lipidy a tuky v perličím mase jsou jedinečné a kombinují se s vůní, což odpovídá za charakteristickou chuť perličického masa (Mir et al. 2017). Složení krmiva bude mít proto silný vliv na obsah chuťových složek modulací, zejména obsahu lipidů, hladin antioxidantů a ve vodě rozpustných těkavých sloučenin. Důležité je také složení mastných kyselin, zejména obsah ω -3 polynenasycených mastných kyselin (Baeza et al. 2022). Degradace lipidů, hlavně oxidace složek mastných kyselin lipidů, má za následek několik stovek těkavých sloučenin včetně alifatických uhlovodíků, aldehydů, ketonů, alkoholů, karboxylových kyselin, esterů, některých aromatických uhlovodíků a kyslíkatých heterocyklických sloučenin, které ovlivňují chuť a vůni masa (Guyon et al. 2016).

Postmortální stárnutí způsobuje tvorbu mnoha chemických aromatických sloučenin včetně cukrů, organických kyselin, peptidů, volných aminokyselin a metabolitů metabolismu

adeninových nukleotidů, které určují konečnou chuť masa. Tyto složky slouží buď jako chuťové složky nebo jako směs reaktivních chuťových meziproduktů, které tvoří mnoho charakteristických masových chutí po vaření (Mir et al. 2017). Za hlavní reakci během vaření je považována Maillardova reakce, která vede k vývoji chuťových a aromatických sloučenin. Kromě složení krmiva jsou chuť a vůně také ovlivněny věkem, pohlavím, genotypem, ozářením (především produkcí volných radikálů), dobou a podmínkami skladování (Mir et al. 2017; Baeza et al. 2022).

4 Metodika

4.1 Design sledování a podmínky prostředí

Studie byla realizována v průběhu letní sezóny roku 2022. Do sledování byla zařazena jednodenní kuřata perličky domácí. Kuřata perliček byla až do věku 4 týdnů ustájená na podestýlce v prostředí s kontrolovanou teplotou, vlhkostí, prouděním vzduchu a světelným režimem. Ve věku 4 týdnů byly perličky rozřazeny dle systému ustájení do 3 skupin a bylo zahájeno sledování. Každá skupina měla 42 jedinců. Celkem bylo využito 126 perliček domácích. Prvním systémem ustájení byly klece využívané pro výkrm perliček, druhým voliéry a třetím výběhy. Klece měly rozměr 90 × 50 × 75 cm (0,15 m²/ks) a zvířata v nich byla ustájena po 3 ks (14 opakování). Na podestýlce (sláma) byly perličky ustájeny skupinově (0,15 m²/ks) po 21 ks (2 opakování). Výběh byl opatřen ochranou proti dravcům a zároveň před úletem sledovaných zvířat pletivovým zákrytem ve výšce 2,5 m. Ustájení bylo totožné se skupinou z podestýlky, k tomu připadal travnatý výběh o stejné ploše (celkem 0,30 m²/ks). Všechna zvířata byla od počátku sledování ustájena v podmínkách přirozeného prostředí (přirozené střídání dne a noci, teplot atd.). Zvířata byla krmena adlibitně kompletní granulovanou krmnou směsí (ME 3050 Kcal/kg, 19 % dusíkatých látek) a voda jim byla dodávána též v neomezeném množství až do věku 14 týdnů. Na konci sledování byla uplatněna 12hodinová doba lačnění a následně byla zvířata porážena. Pro jatečnou disekci bylo vždy náhodně vybráno 10 zvířat.

4.2 Laboratorní analýzy

Po porážce perliček byly hodnoceny parametry jatečné hodnoty. Mezi tyto parametry patřila porážková hmotnost perliček, hmotnost jatečně opracovaného trupu bez drobů za tepla (JOT), hmotnost JOT bez drobů za studena (JOTs), ztráta odkapem, jatečná výtěžnost, podíl prsou s kůží z JOTs, podíl stehen s kůží z JOTs, podíl křídel s kůží z JOTs, podíl tuku z JOTs a podíl svaloviny stehen ze stehen. Jatečně opracované trupy měřené za studena byly nejdříve uloženy při 4 °C a po 24 hodinách od porážky teprve hodnoceny.

Z chemických parametrů kvality masa byl stanoven ve svalovině prsou a stehnech obsah vody, sušiny, dusíkatých látek, tuku a popelovin. Svalovina byla před analýzou zhomogenizována pomocí mixéru a zmrazena v plastových Petriho miskách při -20 °C. Obsah vody byl stanoven sušením při 105 °C do konstantní hmotnosti. Po vysušení byly vzorky rozmělněny na prášek pomocí nožového mlýnku Grindomix GM 200 (Retch, Haan, Německo). Poté byl stanoven obsah dusíkatých látek (Kjeltec 2400, FOSS Tecator AB, Höganäs, Švédsko), tuku (Soxtec Avanti 2055 System, FOSS Tecator AB, Höganäs, Švédsko) a popelovin (celkový popel; 6 hodin v peci při 550 °C).

Z fyzikálních parametrů kvality masa bylo ve svalovině prsou a stehen stanoveno pH, elektrická vodivost a barva. Tyto fyzikální parametry byly měřeny po 24 hodinách od porážky. pH masa prsou a stehen bylo měřeno pomocí pH metru WTW pH 330i (WTW, Weilheim, Německo), který byl opatřen skleněnou elektrodou vhodnou pro pronikání do masa. Elektrická vodivost byla měřena také po 24 h. Při měření barvy byla velikost apertury 8 mm, což byl

průměr měřené oblasti, zrcadlová složka byla 0 % UV, standardní osvětlení bylo typu D65 (simulace denního světla), úhel pozorovatele byl 10° a kalibrační hodnoty nuly a bílé barvy byly shodné průměru tří měření na vzorek. Barva svaloviny byla měřena na povrchu čerstvého řezu prsou, konkrétně u svalu *pectoralis major*, a stehem, konkrétně u svalu *biceps femoris*, pomocí přenosného spektrofotometru (CM-700 d, Konica Minolta, Osaka, Japonsko). Spektrofotometr zaznamenával hodnoty barev L*, a*, b* v barevném prostoru CIELAB. Hodnota L* vyjadřuje světlost (0–100 %, kdy 0 % je černá a 100 % bílá), hodnota a* vyjadřuje vztah mezi červenou (kladná hodnota) a zelenou (záporná hodnota), b* vyjadřuje vztah mezi žlutou (kladná hodnota) a modrou (záporná hodnota).

4.3 Statistické hodnocení

Statistické vyhodnocení bylo zpracováno programem SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Byl posuzován vliv systému ustájení na vybrané parametry a byla použita metoda ANOVA. U sledovaných ukazatelů byly vypočteny základní statistické ukazatele (ve výsledných tabulkách je pro přehlednost uveden průměr, statistická průkaznost a SEM, tj. standardní chyba průměru).

Model použitý k hodnocení vybraných parametrů, který je níže znázorněn, zahrnoval fixní vliv managementu krmení a náhodný vliv pohlaví perliček.

$$Y_{ijk} = \mu + SU_i + P_j + e_{ijk},$$

kde Y_{ijk} byla hodnota znaku (závislá proměnná), μ značil průměr, SU_i byl fixní vliv systému ustájení (klecový x podestýlka x výběh), P_j značil náhodný vliv pohlaví perliček (samec x samice), e_{ijk} byla náhodná zbytková chyba. Hladina významnosti pro vybrané parametry byla $P \leq 0,05$. Vzájemné rozdíly byly testovány Duncanovým testem. Vybrané parametry spotřeby krmiva a mortalita nebyly statisticky hodnoceny. Průkaznost rozdílů mezi skupinami je označena indexy ^a, ^b, popřípadě ^c.

5 Výsledky

5.1 Vliv systému ustájení na vybrané parametry jatečné hodnoty

Tabulka 1 zobrazuje výsledky vybraných parametrů jatečné hodnoty perliček ve 14 týdnech věku. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny u všech parametrů jatečné hodnoty kromě podílu svaloviny stehen ze stehen.

Tabulka 1: Vliv systému ustájení na vybrané parametry jatečné hodnoty perliček ve 14 týdnech věku

Parametr	Systém ustájení			Průkaznost	SEM
	Klec	Podestýlka	Výběh		
Porážková hmotnost (g)	1782 ^c	1978 ^a	1881 ^b	0,0001	14,466
Hmotnost JOT bez drobů za tepla (g)	1341 ^b	1427 ^a	1391 ^a	0,0022	10,319
Hmotnost JOT bez drobů za studena (JOTs; g)	1287 ^b	1377 ^a	1343 ^a	0,0008	10,206
Ztráta odkapem (%)	4,07 ^a	3,47 ^b	3,48 ^b	0,0001	0,062
Jatečná výtěžnost (%)	78,4 ^a	75,2 ^c	77,4 ^b	0,0001	0,190
Podíl prsou s kůží z JOTs (%)	24,7 ^b	25,4 ^{ab}	26,3 ^a	0,0163	0,239
Podíl stehen s kůží z JOTs (%)	30,6 ^b	31,1 ^{ab}	31,5 ^a	0,1100	0,159
Podíl křídel s kůží z JOTs (%)	13,2 ^a	12,5 ^b	12,5 ^b	0,0001	0,064
Podíl tuku z JOTs (%)	0,17 ^b	0,57 ^a	0,79 ^a	0,0001	0,060
Podíl svaloviny stehen ze stehen (%)	71,9	72,8	72,2	0,3651	0,241

SEM – standardní chyba průměru; ^{ab}P ≤ 0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší; JOT – jatečně opracovaný trup

Nejvyšší průměrná porážková hmotnost byla 1978 g u ptáků ustájených na podestýlce. Zvířata z výběhu měla průměrnou porážkovou hmotnost signifikantně nižší (o 97 g), stejně jako zvířata z klecí (o 196 g). Hmotnost JOT bez drobů za tepla byla statisticky nejvyšší u perliček z podestýlky a z výběhu, zatímco nejnižší hodnota tohoto parametru byla zaznamenána u perliček z klecí (-86; -50 g). Hmotnost JOT bez drobů za studena u zvířat z podestýlky a z výběhu byla významně vyšší (+90; +56 g) než hmotnost JOT za studena u zvířat z klecí. Statisticky vyšší ztráty odkapem byly naměřeny u ptáků z klecí (4,07 %) než u skupin z podestýlky (3,47 %) nebo výběhu s trávou (3,48 %). Nejvyšší průměrná jatečná výtěžnost byla 78,4 % u perliček z klecového chovu. Ptáci z podestýlky měly jatečnou výtěžnost významně nižší (o 3,2 procentního bodu), stejně jako perličky z výběhu (o 1 procentního bodu). Statisticky vyšší podíl prsou s kůží z JOTs byl zjištěn u zvířat z výběhu (26,3 %) než u skupiny z klecí (24,7 %). U skupiny z podestýlky byl rozdíl nevýznamný (25,4 %). Signifikantní nižší podíl stehen s kůží z JOTs vykazovaly perličky z klecového chovu (30,6 %) než perličky z výběhu (31,5

%). U zvířat z podestýlky byl rozdíl nesignifikantní (31,1 %). Podíl křídelské kůže z JOTs byl signifikantně nejvyšší u ptáků z klecí, zatímco nižší hodnoty tohoto parametru byly zaznamenány u perliček z podestýlky a z výběhu. Podíl tuku z JOTs u perliček z podestýlky a výběhu byl statisticky vyšší (+0,40; +0,62 procentního bodu) než podíl tuku z JOTs u perliček z klecí. Jak už bylo zmíněno, tak u parametru podílu svaloviny stehen ze stehen nebyl nalezen významný rozdíl.

5.2 Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry prsou a stehen

V tabulce 2 jsou zobrazeny vybrané parametry chemického složení prsní svaloviny perliček ve věku 14 týdnů. Signifikantní rozdíly ve vybraných chemických parametrech prsní svaloviny byly zjištěny u dusíkatých látek a popelovin.

Tabulka 2: Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry prsní svaloviny ve 14 týdnech věku

Parametr	Systém ustájení			Průkaznost	SEM
	Klec	Podestýlka	Výběh		
Voda (%)	71,7	71,7	72,5	0,2673	0,217
Sušina (%)	28,3	28,3	27,5	0,2673	0,217
Dusíkaté látky (%)	25,4 ^b	26,6 ^a	26,2 ^a	0,0028	0,156
Tuk (%)	1,66	1,11	1,53	0,5061	0,195
Popeloviny (%)	1,50 ^c	1,74 ^a	1,62 ^b	0,0001	0,023

SEM – standardní chyba průměru; ^abP ≤ 0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší

Nejvyšší podíl dusíkatých látek byl naměřen v prsní svalovině perliček z podestýlky a z výběhu (26,6 a 26,2 %), přičemž významně nižší hodnota obsahu dusíkatých látek v prsou byla zjištěna u zvířat z klecí (25,4 %). U obsahu popelovin prsní svaloviny existoval statisticky významný rozdíl ve všech typech systémů ustájení. Nejvyšší podíl popelovin (1,74 %) byl naměřen u prsní svaloviny perliček chovaných na podestýlce. Nižší podíl popelovin byl naměřen v prsní svalovině perliček z výběhu (1,62 %), přičemž nejnižší podíl popelovin v prsní svalovině bylo zjištěno u perliček z klecového ustájení (1,50 %). Ve zbylých sledovaných parametrech nebyly zjištěny průkazné rozdíly v rámci jednotlivých systémů ustájení.

V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky chemických parametrů stehenní svaloviny perliček ve 14 týdnech věku. Na základě systému ustájení byly u stehenní svaloviny perliček zjištěny statisticky průkazné rozdíly v parametrech obsahu vody, sušiny, dusíkatých látek a tuku. U podílu popelovin ve stehenní svalovině perliček nebyly zjištěny statistické rozdíly na základě systému ustájení.

Tabulka 3: Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry stehenní svaloviny ve 14 týdnech věku

Parametr	Systém ustájení			Průkaznost	SEM
	Klec	Podestýlka	Výběh		
Voda (%)	73,9 ^a	72,6 ^b	74,0 ^a	0,0006	0,169
Sušina (%)	26,1 ^b	27,4 ^a	26,0 ^b	0,0006	0,169
Dusíkaté látky (%)	20,7 ^b	22,0 ^a	21,9 ^a	0,0287	0,239
Tuk (%)	2,82 ^b	4,24 ^a	2,89 ^b	0,0009	0,182
Popeloviny (%)	1,14	1,17	1,15	0,5719	0,011

SEM – standardní chyba průměru; ^a^bP ≤ 0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší

Nejnižší obsah vody a zároveň nejvyšší obsah sušiny byl naměřen ve stehenní svalovině perliček z podestýlky. Tento systém ustájení se pak průkazně odlišoval od klecového ustájení a výběhu. Obsah vody ve stehenní svalovině zvířat z podestýlky byl o 1,3 a o 1,4 procentního bodu nižší, než u klecí a u výběhu s trávou, zatímco u sušiny to bylo opačně. Dále byly zjištěny signifikantní rozdíly pro obsah dusíkatých látek. Vyšší obsah dusíkatých látek ve stehenní svalovině perliček byl zvířat chovaných na podestýlce a ve výběhu než obsah dusíkatých látek ve stehenní svalovině perliček chovaných v kleci (+1,3; +1,2 procentního bodu). Nejvyšší obsah tuku (4,24 %) byl naměřen ve stehenní svalovině perliček z podestýlky, zatímco ptáci z výběhu a z klecí měli obsah tuku ve stehenní svalovině signifikantně nižší, a to o 1,35 a 1,42 procentního bodu.

5.3 Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry prsou a steh

Mezi hodnocené fyzikální parametry patřila barva (L*, a*, b*), pH a elektrická vodivost. Výsledky těchto parametrů změřených v prsní svalovině perliček 24 h *post mortem* jsou zobrazeny v tabulce č. 4. Ze sledovaných fyzikálních parametrů prsní svaloviny perliček byly zjištěny signifikantní rozdíly v pH a elektrické vodivosti. U barvy (světlost, červenost a žlutost) prsní svaloviny perliček nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl.

Tabulka 4: Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry prsní svaloviny (24 h post mortem) perliček ve 14 týdnech věku

Parametr	Systém ustájení			Průkaznost	SEM
	Klec	Podestýlka	Výběh		
L*	49,0	49,5	49,8	0,4932	0,284
a*	0,14	0,35	0,05	0,1415	0,064
b*	7,34	7,48	7,46	0,9009	0,134
pH	5,85 ^a	5,69 ^b	5,61 ^c	0,0001	0,019
EV (mS)	3,87 ^a	2,93 ^b	3,48 ^a	0,0001	0,092

SEM – standardní chyba průměru; ^{ab}P ≤ 0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší; L* – světlost; a* – červenost; b* – žlutost; EV – elektrická vodivost

U parametru pH existovaly statistické rozdíly v prsní svalovině perliček mezi všemi typy systémů ustájení. Signifikantně vyšší hodnoty byly zjištěny u ptáků z klecí než u ptáků z podestýlky a z výběhu. Pro elektrickou vodivost pak platilo, že ptáci z klecí a z výběhu měli její hodnoty nejvyšší, přičemž statisticky nejnižší hodnoty byly naměřeny u masa ptáků z podestýlky.

Výsledky fyzikálních parametrů stehenní svaloviny perliček ve 14 týdnech věku jsou uvedeny v tabulce 5. Stejně jako u barvy prsní svaloviny, tak i u stehenní svaloviny byla barva neprůkazně ovlivněna systémem ustájení perliček. U parametru pH a elektrické vodivosti stehenní svaloviny perliček byly zaznamenány statisticky významné rozdíly, obdobně jako u prsní svaloviny.

Tabulka 5: Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry stehenní svaloviny (24 h post mortem) perliček ve 14 týdnech věku

Parametr	Systém ustájení			Průkaznost	SEM
	Klec	Podestýlka	Výběh		
L*	47,2	47,7	49,8	0,1232	0,543
a*	2,09	2,25	2,71	0,2692	0,161
b*	6,17	5,68	4,72	0,4134	0,449
pH	6,20 ^a	5,85 ^b	5,75 ^c	0,0001	0,028
EV (mS)	3,12 ^a	3,19 ^a	2,91 ^b	0,0191	0,042

SEM – standardní chyba průměru; ^{ab}P ≤ 0,05 – průměry parametru ve stejném řádku označeny rozdílnými horními indexy se průkazně liší; L* – světlost; a* – červenost; b* – žlutost; EV – elektrická vodivost

Signifikantně vyšší hodnoty pH byly zjištěny u ptáků z klecí než u ptáků z podestýlky a výběhu. Dále, perličky z klecí a z podestýlky měly vyšší hodnoty elektrické vodivosti stehenní svaloviny než perličky vykrmované ve výběhu.

6 Diskuse

6.1 Vliv systému ustájení na vybrané parametry jatečné hodnoty

System ustájení je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících porážkovou hmotnost zvířat. V této studii byl zjištěn signifikantní rozdíl v porážkové hmotnosti perliček mezi jednotlivými systémy ustájení. Signifikantně nižší porážkovou hmotnost měli ptáci z klecového chovu oproti ptákům z podestýlky a výběhu. K podobným výsledkům dospěli i Cygan-Szczegielniak et al. (2019), kteří zaznamenali významně nižší porážkovou hmotnost brojlerových kuřat vykrmovaných v klecích než u kuřat z podestýlky. Özbek et al. 2020 porovnávali porážkovou hmotnost kuřat z klecí, podestýlky a volného systému chovu. Významně vyšší porážková hmotnost byla u brojlerových kuřat z volného výběhu než u kuřat z podestýlky a klecí. Odlišné výsledky zjistili Yamak et al. (2016) ve studii zaměřené na vliv chovných systémů na porážkovou hmotnost perliček. Průměrná porážková hmotnost perliček chovaných v klecích poražených ve 14 týdnech věku byla neprůkazně vyšší než u perliček z výběhu. Autoři se domnívají, že k těmto rozdílům došlo v důsledku vyšších energetických potřeb zvířat ve výběhu z důvodu projevu jejich přirozených aktivit, jako je hledání krmiva.

I když porážková hmotnost perliček z klecového chovu byla ze všech systému ustájení významně nejnižší, tak jatečná výtěžnost byla u těchto zvířat signifikantně nejvyšší, a to 78,44 %. Naproti tomu Cygan-Szczegielniak et al. (2019) zaznamenali jatečnou výtěžnost u brojlerových kuřat chovaných v klecích signifikantně nižší než u kuřat z podestýlky. Významně nejvyšší ztráta odkapem byla zjištěna u perliček z klecového ustájení, v porovnání s ptáky chovaných na podestýlce a ve výběhu. Ztrátu odkapem také měřili Zhao et al. (2014) na rychle rostoucích brojlerových kuřatech ustájených v klecích a ve výběhu. Brojlerová kuřata chovaná ve výběhu měla neprůkazně vyšší ztráty odkapem než zvířata z klecového chovu. V této diplomové práci byl signifikantně nejvyšší podíl prsou s kůží z JOTs zaznamenán u perliček z výběhu a podestýlky, nejnižší u ptáků chovaných v klecích. Podobný výsledek měli Wang et al. (2009) ve své studii, kde porovnávali výtěžnost jatečně upravených těl a kvalitu masa pomalu rostoucích brojlerových kuřat, kteří byli chováni v klecovém nebo výběhovém chovu. Podíl prsou brojlerových kuřat z volného výběhu byl signifikantně vyšší než u zvířat z klecového chovu. Yeu et al. (2020) také zjišťovali podíly jatečně cenných částí u brojlerových kuřat, a to u zvířat v klecích nebo na podestýlce. Autoři zjistili, že kuřata v klecích měla signifikantně nižší podíl prsního svalstva než ptáci ve výběhu. Dále, statisticky nejnižší průměrný podíl stehen s kůží z JOTs byl u perliček z klecového chovu, statisticky nejvyšší podíl stehen byl zaznamenán u perliček z výběhu a podestýlky. Podobné výsledky měli Yamak et al. (2018). Perličky chované v klecovém chovu měly ve 14 týdnech věku podíl stehen neprůkazně nižší než perličky z volného výběhu ve stejném věku. Co se stehen týče, Wang et al. (2009) zjistili, že brojlerová kuřata z volného výběhu měla procentuální podíl stehen nesignifikantně vyšší než kuřata z klecí. Obdobné výsledky naměřili Mahmoud et al. (2020) u pekingských kachen. Kachny z volného výběhu měly významně vyšší podíl stehenní svaloviny než kachny z podestýlky. Co se týče podílu křídel s kůží z JOTs, nejvyšší podíl byl zjištěn u perliček z klecí,

zatímco zvířata ze zbylých systémů ustájení měla podíl křídel z JOTs statisticky nižší. Podobné výsledné hodnoty zaznamenali Yamak et al. (2018). U perliček ve 14 týdnech věku z volného výběhu byl zaznamenán nevýznamně nižší podíl křídel než u stejně starých perliček z klecového ustájení. Přesto Wang et al. (2009) naměřili odlišné výsledky ve studii zaměřené na pomalu rostoucí kuřata, která byla ustájená v klecích nebo volném výběhu. Podíl křídel u kuřat z klecového chovu byla nesignifikantně nižší než u ptáků z volného výběhu. Podíl tuku z JOTs byl signifikantně nižší u perliček z klecového chovu oproti systémům s výběhy. Avšak Yamak et al. (2018) nezaznamenali statisticky významné rozdíly v procentuálním podílu tuku z JOTs u perliček z klecového chovu a volného výběhu. Je ale možné vyvodit závěr o vyšší aktivitě v rámci výběhových systémů ustájení. Tím také vysvětlili Englmaierová et al. (2021) rozdíly v zastoupení tuku v jatečném těle u brojlerových kuřat v rámci podestýlky a klecového chovu. Kuřata z podestýlky měla signifikantně nižší podíl tuku než zvířata z klecového ustájení.

6.2 Vliv systému ustájení na vybrané chemické parametry prsou a stehen

Systém ustájení může mít zásadní vliv na chemické složení masa (Tejerina et al. 2009). V podílu sušiny prsní svaloviny perliček nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v rámci systémů ustájení. Podobné výsledky měli Bogosavljevic-Boskovic et al. (2010a) ve studii, ve které porovnávali chemické složení masa kuřat ustájených na podestýlce nebo ve volném výběhu. Obsah sušiny u brojlerových kuřat z podestýlky se významně nelišil od kuřat z volného výběhu. Signifikantní rozdíl v obsahu sušiny prsní svaloviny zaznamenali Cygan-Szczegieliak et al. (2019). Podíl sušiny v prsní svalovině brojlerů z klecového ustájení byl statisticky vyšší než u zvířat z podestýlky. Obsah dusíkatých látek v prsní svalovině perliček z klecí byl signifikantně nižší u perliček chovaných na podestýlce a ve výběhu. K podobným výsledkům dospěli Tejerina et al. (2009). Perličky chované ve volném výběhu měly obsah dusíkatých látek v prsní svalovině významně vyšší než ptáci z klecového chovu. Obdobný závěr měli i Bogosavljevic-Boskovic et al. (2010a). Brojlerová kuřata chovaná na podestýlce vykazovala statisticky nižší obsah dusíkatých látek v prsní svalovině než zvířata z volného výběhu. U obsahu tuku prsní svaloviny perliček nebyl zjištěn signifikantní rozdíl v rámci systémů ustájení. Cygan-Szczegieliak et al. (2019) uvedli, že nebyl zjištěn průkazný vliv systému ustájení na zastoupení tuku v mase, když byli porovnáni brojlerová kuřata chovaná v klecích a na podestýlce. Nejvyšší podíl popelovin v prsní svalovině byl naměřen u perliček chovaných na podestýlce, zatímco významně nižší obsah popelovin v prsní svalovině byl stanoven u zvířat z klecí a výběhu. Odlišné výsledky měli Tejerina et al. 2009. Prsní svalovina perliček z klecového chovu obsahovala nesignifikantně vyšší obsah popelovin než prsní svalovina perliček z volného výběhu.

U podílu sušiny stehenní svaloviny byly nalezeny statisticky významné rozdíly u perliček z podestýlky oproti zbylým dvou systémům ustájení. Tedy podíl sušiny stehenního masa zvířat z klecového chovu nebyl statisticky rozdílný od obsahu sušiny stehen perliček z výběhu. Mezi těmito systémy ustájení zaznamenali signifikantní rozdíl Tejerina et al. (2009). Signifikantně vyšší obsah sušiny ve stehenní svalovině byl zaznamenán u perliček z volného výběhu oproti ptákům z klecového ustájení. Stejně jako u prsní svaloviny, byl podíl dusíkatých látek ve

stehenní svalovině zvířat z klecového chovu statisticky nižší než u zvířat z podestýlky a výběhu. Tejerina et al. (2009) také zjistili, že statisticky vyšší obsah dusíkatých látek byl ve stehenní svalovině perliček z volného výběhu než u ptáků z klecového ustájení. Podíl tuku ve stehenní svalovině zvířat chovaných na podestýlce bylo signifikantně vyšší než u perliček z klecí a výběhu. Obdobné vyhodnocení měli Bogosavljevic-Boskovic et al. (2010a). Brojlerová kuřata vykrmována na podestýlce měla neprůkazně více tuku ve stehenní svalovině než zvířata z volného výběhu. U popelovin stehenní svaloviny perliček nebyly zjištěny žádné statistické významné rozdíly mezi systémy ustájení. Podobné výsledky zaznamenali také Tejerina et al. (2009). Perličky ze zmíněné studie z klecí měly obdobný obsah popelovin ve stehenní svalovině jako zvířata z volného výběhu. Nesignifikantní rozdíly zjistili také Bogosavljevic-Boskovic et al. (2010a) u brojlerů ze systémů podestýlky a volného výběhu.

6.3 Vliv systému ustájení na vybrané fyzikální parametry prsou a steh

U barvy, konkrétně světlosti (L^*), červenosti (a^*) a žlutosti (b^*), prsní svaloviny nebyly zjištěny signifikantní rozdíly na základě systémů ustájení. Sarica et al. (2019) zaznamenali signifikantní rozdíl ve žlutosti u prsní svaloviny perliček. Prsní svalovina ptáků z klecového chovu měla statisticky nižší žlutost než prsní maso zvířat z volného výběhu. Dále, Cygan-Szczegielniak et al. (2019) zjistili, že prsní svalovina brojlerových kuřat z podestýlky měla významně vyšší žlutost než prsní svalovina kuřat z klecového ustájení. Naměřené hodnoty pH u prsní svaloviny perliček byly signifikantně rozdílné v rámci systémů ustájení. Statisticky vyšší pH bylo naměřeno u prsní svaloviny perliček z klecového chovu než u zvířat vykrmovaných na podestýlce a ve výběhu. Sarica et al. (2019) nezaznamenali žádný statisticky významný rozdíl v pH prsní svaloviny perliček ustájených v klecích nebo ve volném výběhu. Avšak Özbek et al. (2020) zjistili, že prsní svalovina brojlerových kuřat z výběhu měla hodnotu pH neprůkazně vyšší než prsní svalstvo ptáků z podestýlky. Elektrická vodivost byla nejnižší u prsní svaloviny perliček z podestýlky, zatímco významně vyšší hodnota tohoto parametru byla zaznamenána u zvířat z klecí a výběhu.

Barva stehenní svaloviny nevykazovala v různých systémech ustájení žádný statistický rozdíl. U stehenní svaloviny zvířat z výběhu byla světlost nevýznamně nejvyšší, u zvířat z klecí nesignifikantně nejnižší. Yue et al. (2020) pak zjistili, že brojlerová kuřata z podestýlky měla v jejich experimentu světlost stehenní svaloviny signifikantně vyšší než stehenní svalstvo zvířat z klecového chovu. Významně nejvyšší hodnota pH byla změřena u stehenní svaloviny perliček z klecí, zatímco ve stehenní svalovině zvířat chovaných na podestýlce byla průměrná hodnota pH statisticky nižší, stejně jako u stehenního svalstva zvířat z výběhu. Sarica et al. (2019) naměřili u stehenní svaloviny perliček z klecí nesignifikantně vyšší hodnotu pH než u ptáků z volného výběhu. Obdobné výsledky reportovali Yue et al. (2020), kteří zjistili, že brojlerová kuřata z klecí měla hodnotu pH stehna nevýznamně vyšší než zvířata z podestýlky. Statisticky nejvyšší hodnota elektrické vodivosti byla zjištěna u stehenní svaloviny zvířat z klecí a z podestýlky, zatímco významně nejnižší hodnota tohoto parametru byla změřena u zvířat krmena ve výběhu. U drůbeže je tento parametr zatím studován je zřídka. Nicméně, Kokoszynski et al. (2022) uvedli výsledky, ve kterých hodnotu elektrické vodivosti

u brojlerových kuřat vztahují ke kyselosti masa, tedy k nízkému pH, které je pro tento parametr zásadní.

7 Závěr

- Hypotézou bylo, že perličky ustájené s možností výběhu budou vykazovat vyšší kvalitu masa v porovnání se zvířaty ustájenými na podestýlce a v klecovém systému. Tato hypotéza byla potvrzena.
- Systém ustájení měl zásadní vliv na porážkovou hmotnost perliček. Ptáci chováni na podestýlce měli signifikantně vyšší porážkovou hmotnost oproti perličkám chovaných ve výběhu a v klecích. Avšak jatečná výtěžnost zvířat z klecí byla významně vyšší než u zvířat z ostatních systémů ustájení. Nejvyšší podíly prsní a stehenní svaloviny z jatečně opracovaného trupu byly zaznamenány u perliček z výběhu a podestýlky. Na druhou stranu podíl křídel byl statisticky nejvyšší u ptáků z klecového ustájení. Z chemických parametrů prsní a stehenní svaloviny byly naměřeny signifikantní rozdíly v obsahu dusíkatých látek. Obsah dusíkatých látek ve zmíněných partiích byl signifikantně vyšší u perliček chovaných na podestýlce a z výběhu než u zvířat z klecového systému. U fyzikálního parametru barvy prsního i stehenního svalstva nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Statisticky vyšší hodnoty pH prsní a stehenní svaloviny byly naměřeny u perliček z klecí oproti zvířatům z podestýlky a výběhu.
- Z výsledků tohoto výzkumu lze odvodit, že systém s výběhem může zvýšit především podíl prsou a steh, z důvodu lepšího budování svalstva intenzivnějším pohybem. Co se týče chemického složení, tak prsní i stehenní svalovina perliček ze systému s výběhem vykazovala vyšší obsah bílkovin (dusíkatých látek). Závěrem lze říct, že i když systémy ustájení s výběhem nemají takovou ekonomickou výnosnost, jako intenzivní chovy, tak produkty mohou mít lepší znaky jatečné hodnoty a chemické složení.
- Doporučení pro praxi je, že zvířata ustájená s možností výběhu mohou vykazovat lepší jatečnou hodnotu.

8 Literatura

- Abo-Al-Ela HG, El-Kassas S, El-Naggar K, Abdo SE, Jahejo AR, Al Wakeel RA. 2021. Stress and immunity in poultry: light management and nanotechnology as effective immune enhancers to fight stress. *Cell Stress & Chaperones* **26**(3): 457–472.
- Ali MS, Kang GH, Joo ST. 2008. Review: Influences of pre-slaughter stress on poultry meat quality. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* **21**(6): 912–916.
- Alvarado C, Mckee S. 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research* **16**(1): 113–120.
- Amaral AB, da Silva MV, Lannes SCD. 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors - a review. *Food Science and Technology* **38**: 1–15.
- Baeza E, Guillier L, Petracci M. 2022. Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal* **16**(1): 100331.
- Batkowska J, Drabik K, Karwowska M, Ahsan U, Raza I, Adamczuk A, Horecka B. 2021. Growth performance and meat quality of meat-type guinea fowl fed different commercial diets. *Archives Animal Breeding* **64**(2): 325–334.
- Bernacki Z, Bawej M, Kokoszynski D. 2012. Quality of meat from two guinea fowl (*Numida meleagris*) varieties. *Archiv für Geflügelkunde* **76**(3): 203–207.
- Bessei W. 2006. Welfare of broilers: a review. *World's Poultry Science Journal* **62**(3): 455–466.
- Bogosavljevic-Boskovic S, Mitrovic S, Djokovic R, Doskovic V, Djermanovic V. 2010a. Chemical composition of chicken meat produced in extensive indoor and free range rearing systems. *African Journal of Biotechnology* **9**(53): 9069–9075.
- Bogosavljevic-Boskovic S, Pavlovski Z, Petrovic MD, Doskovic V, Rakonjac S. 2010b. Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. *African Journal of Biotechnology* **9**(54): 9177–9182.
- Bogosavljevic-Boskovic S, Rakonjac S, Doskovic V, Petrovic MD. 2012. Broiler rearing systems: a review of major fattening results and meat quality traits. *World's Poultry Science Journal* **68**(2): 217–228.
- Cavani C, Petracci M, Trocino A, Xiccato G. 2009. Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian Journal of Animal Science* **8**: 741–750.
- Cygan-Szczegielniak D, Maiorano G, Janicki, B, Buzala, M, Stasiak, K, Stanek M, Roslewska A, Elminowska-Wenda G, Bogucka J, Tavaniello S. 2019. Influence of rearing system and sex on carcass traits and meat quality of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research* **47** (1): 333-338.
- Czerwonka M, Tokarz A. 2017. Iron in red meat-friend or foe. *Meat Science* **123**: 157–165.

- Diktas M, Sekeroglu A, Duman M, Yildirim A. 2015. Effect of Different Housing Systems on Production and Blood Profile of Slow-Growing Broilers. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* **21**(4): 521–526.
- Dzinic N, Puvaca N, Tasic T, Ikonc P, Okanovic D. 2015. How meat quality and sensory perception is influenced by feeding poultry plant extracts. *World's Poultry Science Journal* **71**(4): 673–682.
- El-Deek A, El-Sabrouk K. 2019. Behaviour and meat quality of chicken under different housing systems. *World's Poultry Science Journal* **75**(1): 105–113.
- Elson HA. 2015. Poultry welfare in intensive and extensive production systems. *World's Poultry Science Journal* **71**(3): 449–460.
- Englmaierová M, Skřivan M, Tabner T, Skřivanová V, Čermák L. 2021. Effect of housing system and feed restriction on meat quality of medium-growing chickens. *Poultry Science* **100**(8): 101223.
- Fletcher DL. 2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* **58**(2): 131–145.
- Fortomaris P, Arsenos G, Tserveni-Gousi A, Yannakopoulos A. 2007. Performance and behaviour of broiler chickens as affected by the housing system. *Archiv für Geflügelkunde* **71**(3): 97–104.
- Ghanima MMA, El-Edel MA, Ashour EA, Abd El-hack ME, Othman SI, Alwaili MA, Allam AA, Khafaga AF, Abd El-Aziz AH. 2020. The Influences of Various Housing Systems on Growth, Carcass Traits, Meat Quality, Immunity and Oxidative Stress of Meat-Type Ducks. *Animals* **10**(3): 410.
- Gille D, Schmid A. 2015. Vitamin B-12 in meat and dairy products. *Nutrition Reviews* **73**(2): 106–115.
- Gonzalez-Rivas PA, Chauhan SS, Ha M, Fegan N, Dunshea FR, Warner RD. 2020. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science* **162**: 108025.
- Grashorn MA. 2007. Functionality of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research* **16**(1): 99–106.
- Grashorn MA. 2010. Research into poultry meat quality. *British Poultry Science* **51**: 60–67.
- Guyon C, Meynier A, de Lamballerie M. 2016. Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high-pressure treatments. *Trends in Food Science & Technology* **50**: 131–143.
- Huang X, Ahn DU. 2018. The Incidence of Muscle Abnormalities in Broiler Breast Meat- A Review. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **38**(5): 835–850.
- Chiroque G, Vasquez G, Vasquez E, Vasquez E, Mas D, Betancur C, Ruiz C, Botelo A, Martinez Y. 2018. Growth Performance, Carcass Traits and Breast Meat Fatty Acids Profile of

- Helmeted Guinea Fowls (*Numida meleagris*) Fed Increasing Level of Linseed (*Linum usitatissimum*) and Pumpkin Seed (*Cucurbita moschata*) Meals. *Brazilian Journal of Poultry Science* **20**(4): 665–674.
- Ismail I, Joo ST. 2017. Poultry Meat Quality in Relation to Muscle Growth and Muscle Fiber Characteristics. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **37**(6): 873–883.
- Joseph P, Schilling MW, Williams JB, Radhakrishnan V, Batulla V, Christensen K, Vizzier-Thaxton Y, Schmidt TB. 2013. Broiler stunning methods and their effects on welfare, *rigor mortis*, and meat quality. *World's Poultry Science Journal* **69**(1): 99–112.
- Karre L, Lopez K, Getty KJK. 2013. Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science* **94**(2): 220–227.
- Kokoszynski D, Bernacki Z, Korytkowska H, Wilkanowska A, Piotrowska K. 2011. Effect of age and sex on slaughter value of guinea fowl (*Numida meleagris*). *Journal of Central European Agriculture* **12**(2): 255–266.
- Kokoszynski D, Zochowska-Kujawska J, Kotowicz M, Sobczak M, Piwczynski D, Steczny K, Majrowska M, Saleh M. 2022. Carcass characteristics and selected meat quality traits from commercial broiler chickens of different origin. *Animal Science Journal* **93**(1): e13709.
- Kouame YAE, Kpomasse CC, Daouda L, Oke OE, Voemess K, Onagbesan MO, Kouakou K, Tona K. 2020. Effect of egg storage duration on growth performance, blood parameters and breast meat quality of guinea fowl (*Numida meleagris*). *European Poultry Science* **84**.
- Krunt O, Zita L, Kraus A, Okrouhlá M, Chodová D, Stupka R. 2021. Guinea fowl (*Numida meleagris*) eggs and free-range housing: a convenient alternative to laying hens' eggs in terms of food safety?. *Poultry Science* **100**(4): 101006.
- Laudadio V, Nahashon SN, Tufarelli V. 2012. Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum* L.) as a substitute for soybean meal. *Poultry Science* **91**(11): 2988–2996.
- Le Bihan-Duval E. 2004. Genetic variability within and between breeds of poultry technological meat quality. *World's Poultry Science Journal* **60**(3):331–340.
- Leishman EM, Ellis J, van Staaveren N, Barbut S, Vanderhout RJ, Osbourne VR, Wood BJ, Harlander-Matauschek A, Beas CF. 2021. Meta-analysis to predict the effects of temperature stress on meat quality of poultry. *Poultry Science* **100**(11): 101471.
- Lund MN, Heinonen M, Baron CP, Estevez M. 2011. Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular Nutrition & Food Research* **55**(1): 83–95.
- Meluzzi A, Sirri F. 2009. Welfare of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science* **8**: 161–173.

- Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology-mysore* **54**(10): 2997–3009.
- Musundire MT, Halimani TE, Chimonyo M. 2017. Physical and chemical properties of meat from scavenging chickens and helmeted guinea fowls in response to age and sex. *British Poultry Science* **58**(4): 390–396.
- Nawaz AH, Zheng JH, Zhang WL, Jian WF, Hai JZ, Amoah K, Zhang L. 2022. Breast muscle myopathies in broiler: mechanism, status and their impact on meat quality. *Annals of Animal Science* **22**(2): 551–560.
- Nazareno AC, Pandorfi H, Guiselini C, Vigoderis RB, Pedrosa EMR. 2011. Animal welfare in different housing systems of broiler production. *Engenharia Agricola* **31**(1): 13–22.
- Newberry RC. 1995. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science* **44**(2-4): 229–243.
- Orounladji BM, Oke FO, Tozo K, Chrysostome CAAM. 2022. Socioeconomic correlates, typology and characterization of indigenous guinea fowl (*Numida meleagris*, *Linnaeus*) farming in Benin, West Africa. *Heliyon* **8**(4): e09226.
- Özbek M, Petek M, Ardicli S. 2020. Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow- and fast-growing broilers raised in different housing systems. *Archives Animal Breeding* **63**(2): 337–344.
- Pereira PMDC, Vicente AFDB. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* **93**(3): 586–592.
- Petracci M, Bianchi M, Cavani C. 2010. Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. *World's Poultry Science Journal* **66**(1): 17–26.
- Petracci M, Cavani C. 2012. Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. *Nutrients* **4**(1): 1–12.
- Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C. 2015. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* **71**(2): 363–373.
- Pospiech E, Grzes B, Mikolajczak B, Iwanska E, Lyczynski A. 2007. Proteins of meat as a potential indicator of its quality-a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **57**(1).
- Puvaca N, Stanacev V. 2011. Selenium in poultry nutrition and its effect on meat quality. *World's Poultry Science Journal* **67**(3): 479–484.
- Ravindran V, Tanchaorenrat P, Zaefarian F, Ravindran G. 2016. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology* **213**: 1–21.

- Riber AB, de Jong IC, van de Weerd HA, Steinfeldt S. 2017. Environmental Enrichment for Broiler Breeders: An Undeveloped Field. *Frontiers in Veterinary Science* **4**: 86.
- Riber AB, van de Weerd HA, de Jong IC, Steinfeldt S. 2018. Review of environmental enrichment for broiler chickens. *Poultry Science* **97**(2): 378–396.
- Santhi D, Kalaikannan A, Sureshkumar S. 2017. Factors influencing meat emulsion properties and product texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **57**(10): 2021–2027.
- Sarica M, Boz MA, Yamak US, Ucar A. 2019. Effect of production system and slaughter age on some production traits of guinea fowl: Meat quality and digestive traits. *South African Journal of Animal Science* **49**(1): 192–199.
- Shoyombo AJ, Yakabu A, Adebambo AO, Popoola MA, Olafadehan OA, Wheto M, Alabi OO, Osaiyuwu HO, Ukim CI, Olayanju A, Adebambo OA. 2021. Characterisation of indigenous helmeted guinea fowls in Nigeria for meat and egg production. *World's Poultry Science Journal* **77**(4): 1037–1058.
- Soara AE, Talaki E, Dayo GK, Oke OE, Belem AMG, Tona K. 2020. Indigenous Guinea fowl (*Numida meleagris*) production in West Africa: inventory, performances and constraints – a review. *European Poultry Science* **84**.
- Tejerina D, Lopez-Parra MM, Garcia-Torres S. 2009. Potential used of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat physico-chemical composition of guinea fowl (*Numida meleagris*) reared under different production systems. *Food Chemistry* **113**(4): 1290–1296.
- Tougan P U, Dahouda M, Salifou CFA, Ahounou SGA, Kpodekon MT, Mensah GA, Thewis A, Karim IYA. 2013. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, **3**(8): 1–20.
- Tufarelli V, Laudadio V. 2015. Feeding of Dehulled-micronized Faba Bean (*Vicia faba var. minor*) as Substitute for Soybean Meal in Guinea Fowl Broilers: Effect on Productive Performance and Meat Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **28**(10): 1471–1478.
- Vignal A, Boitard S, Thebault N, Dayo GK, Yapi-Gnaore V, Karim IYA, Berthouly-Salazar C, Palinkas-Bodzsar N, Guemene D, Thibaud-Nissen F, Warren WC, Tixier-Boichard M, Rognon X. 2019. A guinea fowl genome assembly provides new evidence on evolution following domestication and selection in galliformes. *Molecular Ecology Resources* **19**(4): 997–1014.
- Wang KH, Shi SR, Dou TC, Sun HJ. 2009. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science* **88**(10): 2219–2223.

- Wideman N, O'Bryan Ca, Crandall PG. 2016. Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences - A review. *World's Poultry Science Journal* **72**(2): 353–366.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richarson RI, Hughes SI, Whittington FM. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* **78**(4): 343–358.
- Wood JD, Richarson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* **66**(1): 21–32.
- Wu GY. 2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids* **37**(1): 1–17.
- Yamak US, Sarica M, Boz MA, Ucar A. 2016. Growth traits of Guinea fowl in different production systems. *Scientific Papers-Series D-Animal Science* **59**:65–68.
- Yamak US, Sarica M, Boz MA, Ucar A. 2018. Effect of production system (barn and free range) and slaughter age on some production traits of guinea fowl. *Poultry Science* **97**(1) 47–53.
- Yang CW, Du HR, Li XC, Li QY, Zhang ZR, Li W, Jiang XS. 2011. Evaluation for Meat Quality Performance of Broiler Chicken. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **10**(8): 949–954.
- Yildirim A, Eleroglu H, Duman M. 2020. Meat physico-chemical composition of guinea fowl fed organic diets supplemented with dry oregano leaf. *Large Animal Review* **26**(4): 143–180.
- Yue QX, Chen H, Xu YJ, Huang CX, Xi JZ, Zhous RY, Xu LJ, Wang H, Chen Y. 2020. Effect of housing system and age on products and bone properties of Taihang chickens. *Poultry Science* **99**(3): 1341–1348.
- Zaboli G, Huang X, Feng X, Ahn DU. 2019. How can heat stress affect chicken meat quality? – a review. *Poultry Science* **98**(3): 1551–1556.
- Zdunczyk Z, Jankowski J. 2013. Poultry Meat as Functional Food: Modification of the Fatty Acid Profile – A Review. *Annals of Animal Science* **13**(3): 463–480.
- Zhang WG, Xiao S, Ahn DU. 2013. Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **53**(11): 1191–1201.
- Zhao ZG, Li JH, Li X, Bao J. 2014. Effects of Housing Systems on Behaviour, Performance and Welfare of Fast-growing Broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **27**(1): 140–146.